

2015年度 博士論文

有酸素能の向上を意図した至適運動プログラムと
身心の健康に関する研究

福岡大学大学院 スポーツ健康科学研究科

森村 和浩

研究指導教員:福岡大学スポーツ科学部 教授 田中 宏暁

目次

序 章

I はじめに	4
II 本研究の構成	6

第 1 章 体力要因と学業成績の関係および持久的運動に対する意識変容が体力と学業成

績へ及ぼす影響

I 目的	7
II 方法	8
III 結果	11
IV 考察	16
V 本章のまとめ	21

第 2 章 小学生を対象とした短時間のスロージョギング指導と持久性体力, 運動有能感の

関係

I 目的	22
II 方法	24
III 結果	26
IV 考察	29
V 本章のまとめ	32

第 3 章 体力向上を意図した短時間のジョギング活動と児童の体力と身体活動の関係

I 目的	.....	33
II 方法	.....	35
III 結果	.....	38
IV 考察	.....	41
V 本章のまとめ	.....	44

第 4 章 至適運動強度を用いた運動プログラムの有効性に関する検討

研究1

I 目的	.....	45
II 方法	.....	46
III 結果	.....	49
IV 考察	.....	51

研究2

I 目的	.....	54
II 方法	.....	55
III 結果	.....	60
IV 考察	.....	63
V 本章のまとめ	.....	68

第 5 章 本研究の総括

I 本研究から得られた知見と総括	.....	69
引用文献	.....	74
謝辞	.....	88

序章

I. はじめに

体力は、人間として生きるための基礎的能力であり、全身持久力、筋力、筋持久力、敏捷性などの複数要素から構成される。なかでも、全身持久力(以下、有酸素能)は、他の体力構成要素に比べて、健康に関連が深いことが明らかになっている。全身持久力は、大きな筋群を使用して行う歩行や走行、自転車エルゴメータ、水泳などの全身運動を長時間にわたって継続できる能力を指す。全身持久力すなわち、有酸素能は、最大酸素摂取量として評価され、競技のパフォーマンス評価やそれを高めるための指標として用いられてきた。近年では、最大酸素摂取量を始めとする個々人が有する有酸素能力は、体力や健康度の重要な指標として意味を持つようになってきており、さまざまな場面で評価されるようになってきた。

体力は、多くの構成要素から成り立ち、とりわけ、有酸素能を高く保持することは、生活習慣病の予防や心疾患への罹患や死亡リスクを軽減させることが報告されている(Paffenbarger et al.,1986:Blair et al.,1989)。また身体活動を高め、個々の有酸素能を高めることは、肥満や喫煙・年齢などとは独立して生活習慣病への罹患に関係し(Wei M et al.,1999: Katzmarzyk et al.,2004)、さらに有酸素能を高めうるような運動は、メンタルヘルスや生活の質の改善にも効果をもたらすことも示されており(ウィリアム, 1999)、身心両面から有酸素能を高める運動の実施が推奨されるようになってきた。

これら有酸素能を高める運動の効用は、高齢者や大人と同様に子どもにおいてもその有益性が報告されている。小児期における運動習慣の形成が生活習慣病の発症を予防すること、

その結果として得られる高い体力が身心の健康とも密接に関連している (Ortega et al.2008). さらに、近年では子どもの脳機能が有酸素能と密接に関連することが横断的な研究から明らかにされつつある (Hillman et al.,2008, 2009). このように、体力構成要素のなかでも、有酸素能を高く保つことが老若男女問わず身心の健康を適正化するうえで極めて重要な要素であると考えられる.

身体活動を高く保つことも健康の保持増進に有効であることを示す報告も多数存在する. ただし、単にエネルギー消費量を増すことが身心の健康において有益であるかどうかについては議論の余地が残っている. 例えば、肥満者の多くは複数の危険因子を併せ持ち、CVD や糖尿病、がん、多くの慢性疾患とも関連していることから、肥満の解消、すなわち、エネルギー消費量の増大がその標的となる. このような生活習慣病やメタボリックシンドロームが標的ならば日々のエネルギー消費量が標的となるため、エネルギー消費量を確保しやすい有酸素性運動が有効となる. しかしながら、Williams ら(2004)のメタ解析によれば、身体活動量、有酸素能ともに心疾患発症と量反応関係を認められており、特に身体活動量の高い群は、最も低い群と比べて心疾患の発症リスクが 30%軽減している. これに対して、有酸素能の高低で分類した場合には最も有酸素能の高い群は、その低い群に比べて 64%もその発症リスクが低くなることを報告している. さらに、メタボリックシンドロームの該当者であっても有酸素能の高い者は、心血管疾患死亡相対リスクが低いことも示されている (Katzmarzyk et al.,2004). このように、健康を保持していくうえでは、身体活動量の増大も重要であるが、有酸素能の向上が期待される身体活動をより多く日常生活へ取り入れていくような運動習慣形成が、より身心の健康に対して有益な効果をもたらす可能性があるとも考えられる.

II 本研究の構成

本研究は、体力要素の持久性体力(有酸素能)に着目し、有酸素能を向上させるための至適運動プログラムと有酸素能と身心の関係について子どもおよび中高齢者を対象として検討すること目的として以下の課題を検討する。

- 1) 体力要因と学業成績の関係および持久的運動に対する意識変容が体力と学業成績へ及ぼす影響
- 2) 小学生を対象とした短時間のスロージョギング指導と持久性体力、運動有能感の関係
- 3) 体力向上を意図した短時間のジョギング活動と児童の体力と身体活動の関係
- 4) 至適運動強度を用いた運動プログラムの身心への有効性

第 1 章

体力要因と学業成績の関係および持久的運動に対する意識変容が

体力と学業成績へ及ぼす影響

I. 目的

運動習慣やその結果として得られる高い体力は、身心の健康とも密接に関連していることが示されている(Ortega et al.,2008). 特に子どもの頃の体力は、成人後の身体活動量に影響を及ぼすことから(Dennison et al.,1998), 子どもの頃から積極的な身体活動の推進されるようになってきた. さらに, 子どもの脳機能が体力, とりわけ有酸素能と関連することが横断的研究から明らかにされつつある(Hillman et al.,2008, 2009). このように子どもたちの健全な発育発達や将来の健康づくりにおいて, 子どもの頃から積極的に運動習慣を形成し, 体力, 特に持久性体力(有酸素能)を高く保つことの重要性が高まりつつある. 子どもの体力向上に関する答申(中央審議会, 2002)においても, 体力は活動の源であり, 健康の維持のほか意欲や気力の充実に大きく関わっており, 人間の発達・成長を支える基本的な要素であるとしている. 一方, 子どもの体力の低下は, 「創造性や人間性豊かな人材を妨げるものであり, 社会全体の活力が失われる事態が危惧される」と指摘されている. 小学校教育では, 児童の体力を高める取り組みとして, 古くから持久走教育が取り入れられている. ところが, 児童の持久走に対する関心や態度は, 必ずしも好意的ではないことが報告されており, 「嫌い」, 「楽しくない」といった否定的な態度を示す児童が多く, 持久走に対するネガティブな意識が上級生になるほど増加する

傾向にあることが指摘されている(星川ら, 1986). また, 我々が行った調査(森村ら, 2010)で

も同様の傾向が示された。しかしながら、持久走に対する意識変容が児童の身心へ及ぼす影響については検討されていない。

そこで、本研究では日本人児童における体力構成要素と学業成績との関係について検討するとともに、持久的運動への好意性の変化が児童の学業成績および体力へ及ぼす影響について縦断的に検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

研究 1

対象は、課外活動(さわやかタイム)として毎朝、始業前に習慣的に持久走を行っている福岡県の小学校に1年以上在籍している2年生から5年生までの児童であった。

研究 2

対象は、課外活動(さわやかタイム)として毎朝、始業前に習慣的に持久走を行っている福岡県の小学校に1年以上在籍している2年生から5年生までの児童であった。尚、調査開始時の調査において持久走に対して好意的(ポジティブ)であり、かつ1年後の調査を完了できた児童を対象とした。対象者は、1年後の調査時にも持久走に対してポジティブであった児童(P群)と、1年後にネガティブに変容した児童(N群)の2群に分類され、調査開始時身体的特性を調整するために年齢・性別・身長・体重の順でマッチングされたP群35名、N群35名の計70名を本研究の対象とした。

2. 課外活動内容

対象校のスローガンは、「21 世紀を生き抜く、身心共に健康で創造性豊かな子どもの育成」であり、「健康的な生活習慣を身につけた子どもの育成」を重点目標に掲げ、積極的な体力づくりを積極的に推進する学校である。その一環として持久力の日本一を目指しており、児童一人一人が1年間にトラックを1000周走ることを目標とした業前の課外活動(さわやかタイム)を実施している。この「さわやかタイム」は、準備体操(2分)、2種類のペースで走る持久走の計10分間の活動時間で構成されている。準備運動として最初の2分程度は、いきいきペースと称したクラスメイト全員が一緒に走れるペースで走り、残りの時間(6分程度)はテンポの速い音楽を合図に各自目標を目指して各々のペースで、「最後まで頑張る」頑張りペースで実施している。尚、取り組み中は「おしゃべりをしない・立ち止まらない・歩かない」ことを教示していた。

さわやかタイム終了後児童は、各自の周回数を記録ノートに記録させ、低学年については、本人並びに担任の教諭が周回数を確認・記録を行っている。

3. 調査・測定方法

対象は、持久走に対する意識、身長・体重、体力・運動能力、学力調査を調査開始時(研究1)と1年後の2回測定(研究2)を実施した。また、児童にはトラックを走った周回数を記録させ、周回数から走距離を算出した。尚、持久走に用いたトラックは1・2年生が1周150m、3・4年生は1周180m、5・6年生は1周210mであった。

(1)持久走に対する意識調査

持久走に対する意識調査は、先行研究(星川,1986)を参考に持久走に対し児童がどのような意識を抱いているか調査した。内容は「持久走が好きですか」という質問を3件法(すき・どちらでもない・嫌い)にて調査した。このうち、調査開始時に持久走を好きと答えた児童について1

年後の追跡調査を行った。尚、調査開始時に持久走を好きと答えた児童の内、1年後の調査時にも好きと答えた児童を P 群、1年後の調査時に嫌い・どちらでもないと答えた児童を N 群とした。

(2) 体格・体力・運動能力の調査

身長は、0.1cm 単位、体重は 0.1kg 単位で評価し、身長と体重から Rohrer 指数を算出し体格の評価を行なった。体力・運動能力は、文部科学省(1999a)に示されている新体力・運動能力テストに準じて実施された。測定項目は、握力・長座体前屈・反復横跳び・50m 走・20M シャトルラン・立ち幅跳び・ソフトボール投げの 8 項目であった。全ての測定は、測定に熟練したスタッフによって実施された。尚、身長・体重と体力・運動能力の測定値は、平成 21 年度、平成 22 年度の全国学年別平均値と標準偏差値(文部科学省, 2010,2011)から以下の式を標準化(Tスコア)して評価し、Tスコアは以下の式を用いて男女別、年代別スコアを求めた。

$$Tスコア = (個人記録 - 性別, 年代別全国平均値) \div 標準偏差 \times 10 + 50$$

※50m 走については、全国平均値 - 個人記録 とした。

また、さわやかタイムの運動強度を推定するために、取り組み 1 回当たりの走距離から平均速度を求め、エネルギー代謝換算式および、シャトルラン回数より推定される最大酸素摂取量を用いて相対的運動強度($\% \dot{V}O_2\max$)を評価した。

(3) 学習成績の調査

学習成績は、全国標準学力検査 CRT (Criterion Referenced Test: 図書文化社)を用いて、国語と算数と 2 科目平均から評価した。

3. 統計処理

全てのデータは、平均値±標準偏差で示した。調査前後の影響は、二元配置分散分析と t-test を用いて分析した。同一時期の2群間の比較は、対応のない t-test を用いた。有意水準は、5%未満とした。処理は、Stat View ソフトウェア (version-j5.0, SAS 社製) を用いた。

III. 結果

研究 1

各学習成績を従属変数に月齢・性別・体格指数・体力構成要素を独立変数とした、ステップワイズ重回帰分析を行った。その結果、いずれの学業成績についても体力構成要素のうち 20m シャトルランの記録が第一変数として採用された (それぞれ $p < 0.001$)。次に 20m シャトルランを四分位分け、多重比較および傾向性検定を行った (Q1:51.8, Q2 :51.9 ~ 59.5, Q3:59.6 ~66.6, Q4:66.7 \leq)。尚、調整因子として月齢・性別・体格指数・科目に対する意欲・関心・態度の得点を用いた結果、算数科目では 20m シャトルランと「数学的な考え方」, 「数量や図形についての知識・理解」, 「算数総合得点」, 国語科目においては「書く能力」, 「国語総合得点」で有意な量反応関係が認められた (それぞれ $p < 0.001$)。

表1. 体力項目に対する単相関係数

項目	国語への関心・意欲・態度	話す・聞く能力	書く能力	読む能力	言動についての知識・理解・技能	国語総合	算数への関心・意欲・態度	数学的な考え方	数量や図形についての表現・処理	数量や図形についての知識・理解	算数総合
身長	.070	.089	.086	.082	.099	.114	-0.057	.123	.068	.135*	.133*
体重	-.001	.011	-.051	.050	-.048	-.012	-.186**	-.082	-.093	.017	-.066
肥満度	-.046	-.102	-.102	-.035	-.097	-.108	-.181**	-.178**	-.139*	-.057	-.156*
年間走距離	.013	.088	.228**	.033	.078	.139*	.032	0.042	.077	.124	.087
握力	.144*	.094	.087	.078	.174**	.137*	.010	0.093	.137*	.103	.128
上体起こし	.038	.063	.085	.019	.123	.092	.024	0.033	.095	.084	.074
長座体前屈	.135*	-.008	.125	.063	.037	.077	-.001	.155*	-.021	.073	.100
反復横とび	-.021	.156*	.176**	.082	.038	.149*	.016	.040	.070	.094	.075
20mシャトルラン	.163*	.146*	.302**	.172*	.223**	.277**	.217**	.294**	.223**	.254**	.308**
50m走	.158*	.022	.170*	.068	.060	.111	.086	.118	.155*	.122	.151*
立ち幅とび	.078	.112	.123	.008	.130	.116	.156*	.133*	.186**	.126	.171*
ソフトボール投げ	.111	.013	.102	.090	.058	.091	-.010	.071	.083	.054	.083

** .P<0.01
* .p<0.05

表2. ステップワイズ重回帰分析

従属変数	独立変数	標準化係数(β)	R2	有意水準
数学的な考え方	20mシャトルラン	0.26	0.09	**
	年齢	-0.18	0.12	**
数量や図形についての表現・処理	年齢	-0.34	0.14	**
	20mシャトルラン	0.16	0.17	**
数量や図形についての知識・理解	20mシャトルラン	0.25	0.06	**
算数総合	20mシャトルラン	0.27	0.10	**
	年齢	-0.24	0.15	**
話す・聞く能力	反復横とび(T)	0.16	0.02	**
書く能力	20mシャトルラン	0.30	0.09	**
読む能力	20mシャトルラン	0.17	0.03	**
言動についての知識・理解・技能	年齢	-0.38	0.16	**
	20mシャトルラン	0.16	0.19	**
国語総合	20mシャトルラン	0.28	0.08	**

変数：年齢、肥満度、性別、年間走距離、握力、上体起こし、長座体前屈、反復横とび、50m走、20mシャトルラン、立ち幅とび、ソフトボール投げを用いた。

** $p < 0.001$

表 3. 各体力項目と学力との関係

体力項目	分類	数学的な考え方	数量や図形についての表現・処理	数量や図形についての知識・理解	算数総合	話す・聞く能力	書く能力	読む能力	言動についての知識・理解・技能	国語総合
握力	total	77.0 (17.8)	89.0 (10.4)	89.7 (10.9)	85.3 (11.2)	84.3 (12.7)	79.1 (16.4)	71.0 (17.5)	85.9 (14)	80.2 (11.7)
	Quartile1 (≤41.7)	73.7 (19.4)	87.8 (11)	87.4 (11.9)	82.9 (12.2)	81.1 (13.8)	76.5 (16.6)	68.5 (17.5)	79.8 (16.4)	76.6 (13)
	Quartile2 (41.8 - 48.2)	78.6 (18)	88.2 (10.7)	90.5 (9.8)	85.7 (11)	84.5 (11.6)	80.5 (17.9)	70.2 (17.9)	88.3 (13)	80.9 (11.7)
	Quartile3 (48.3 - 54.4)	78.4 (17.3)	89.9 (10.6)	90.5 (11.6)	86.4 (11.6)	87.2 (14.3)	78.0 (16.3)	71.3 (17.5)	87.9 (13)	81.1 (11.5)
	Quartile4 (55.5≤)	77.3 (16.2)	90.3 (9.4)	90.6 (10)	86.1 (9.9)	84.7 (10.3)	81.2 (14.5)	74.1 (16.9)	87.8 (11.7)	82.0 (9.7)
p for trend	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0.029	n.s.
上体起こし	total	77.0 (17.8)	89.0 (10.4)	89.7 (10.9)	85.3 (11.2)	84.3 (12.7)	79.1 (16.4)	71.0 (17.5)	85.9 (14)	80.2 (11.7)
	Quartile1 (≤43.7)	74.6 (21.1)	86.9 (12.1)	88.3 (12.4)	83.3 (13.6)	81.3 (13.6)	74.1 (19.7)	67.2 (19.6)	83.5 (15.1)	76.5 (13.9)
	Quartile2 (43.8 - 50.7)	77.9 (17)	89.5 (11.6)	89.4 (11.4)	85.6 (11.6)	85.2 (11.9)	78.9 (18)	72.3 (17.4)	85.5 (14.6)	80.6 (11.6)
	Quartile3 (50.8 - 56)	79.8 (16.1)	90.4 (7.8)	90.9 (10.1)	87.1 (9.2)	85.9 (11.9)	83.2 (13.6)	73.5 (16.3)	88.1 (11.2)	82.8 (9.6)
	Quartile4 (56.1≤)	75.7 (16.6)	89.2 (9.5)	90.3 (9.3)	85.1 (9.7)	84.9 (13)	80.2 (12.3)	70.9 (16.1)	86.6 (14.7)	80.7 (10.5)
p for trend	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
長座体前屈	total	77.0 (17.8)	89.0 (10.4)	89.7 (10.9)	85.3 (11.2)	84.3 (12.7)	79.1 (16.4)	71.0 (17.5)	85.9 (14)	80.2 (11.7)
	Quartile1 (≤44.8)	73.8 (18.4)	88.6 (9.4)	89.0 (11.7)	83.8 (11.8)	83.0 (13.8)	77.0 (18.2)	70.9 (18.4)	84.4 (15.7)	78.9 (12.9)
	Quartile2 (44.9 - 50.3)	77.4 (18.8)	88.5 (11)	88.2 (12.4)	84.7 (12.3)	86.7 (12.1)	80.0 (17.6)	70.2 (16.8)	86.6 (14.1)	80.9 (11.7)
	Quartile3 (50.4 - 57.4)	77.4 (15.2)	90.3 (9.6)	90.9 (10.3)	86.2 (9.6)	82.4 (12)	77.5 (17.1)	70.1 (19.4)	86.2 (13.3)	79.1 (12.1)
	Quartile4 (57.5≤)	79.3 (18.5)	88.5 (11.7)	90.8 (8.6)	86.3 (11.1)	85.2 (12.6)	81.9 (13.2)	72.6 (15.2)	86.4 (13.1)	81.6 (9.8)
p for trend	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
反復横跳び	total	77.0 (17.8)	89.0 (10.4)	89.7 (10.9)	85.3 (11.2)	84.3 (12.7)	79.1 (16.4)	71.0 (17.5)	85.9 (14)	80.2 (11.7)
	Quartile1 (≤45.5)	75.2 (20.8)	86.9 (12.1)	86.2 (13.5)	82.8 (14.1)	81.6 (14.2)	73.8 (19.7)	68.8 (19.4)	84.4 (17.1)	77.2 (14.1)
	Quartile2 (45.6 - 52.1)	77.3 (16.4)	90.6 (8.8)	90.7 (9.4)	86.1 (9.4)	83.1 (10.7)	79.0 (15.1)	67.5 (17.4)	86.6 (13.5)	79.1 (11.6)
	Quartile3 (52.2 - 57.7)	76.2 (18.1)	88.3 (11)	90.9 (9.8)	85.2 (11.2)	84.6 (13.9)	80.1 (13.9)	74.1 (16)	85.4 (13.2)	81.1 (10.7)
	Quartile4 (57.8≤)	79.4 (15.4)	90.4 (9.1)	91.5 (9.4)	87.1 (9.1)	88.3 (10.5)	84.0 (14.8)	73.8 (16.2)	87.3 (11.7)	83.5 (8.7)
p for trend	n.s.	n.s.	0.005	n.s.	n.s.	0.004	n.s.	n.s.	n.s.	0.004
20MS	total	77.0 (17.8)	89.0 (10.4)	89.7 (10.9)	85.3 (11.2)	84.3 (12.7)	79.1 (16.4)	71.0 (17.5)	85.9 (14)	80.2 (11.7)
	Quartile1 (≤51.8)	74.9 (20.1)	86.3 (13)	87.8 (12.3)	83.1 (13.1)	74.9 (20.1)	86.3 (13)	87.8 (12.3)	83.1 (13.1)	83.1 (13.1)
	Quartile2 (51.9 - 59.5)	75.1 (18)	89.3 (10)	90.2 (11.4)	84.8 (10.9)	75.1 (18)	89.3 (10)	90.2 (11.4)	84.8 (10.9)	84.8 (10.9)
	Quartile3 (59.6 - 66.6)	77.8 (17.5)	90.3 (8.6)	90.2 (10)	86.1 (10.8)	77.8 (17.5)	90.3 (8.6)	90.2 (10)	86.1 (10.8)	86.1 (10.8)
	Quartile4 (66.7≤)	80.5 (15)	90.3 (9.1)	90.8 (9.4)	87.2 (9.7)	80.5 (15)	90.3 (9.1)	90.8 (9.4)	87.2 (9.7)	87.2 (9.7)
p for trend	<0.001	n.s.	<0.001	<0.001	n.s.	<0.001	n.s.	n.s.	n.s.	0.006
50m走	total	77.0 (17.8)	89.0 (10.4)	89.7 (10.9)	85.3 (11.2)	84.3 (12.7)	79.1 (16.4)	71.0 (17.5)	85.9 (14)	80.2 (11.7)
	Quartile1 (≤49.0)	74.9 (20.1)	86.3 (13)	87.8 (12.3)	83.1 (13.1)	83.5 (13.6)	75.1 (18.9)	69.6 (18.7)	85.9 (13.3)	78.6 (12.6)
	Quartile2 (49.1 - 54)	75.1 (18)	89.3 (10)	90.2 (11.4)	84.8 (10.9)	85.1 (13)	80.4 (15.3)	69.5 (17.1)	84.8 (15.2)	80.1 (11.9)
	Quartile3 (54.1 - 59.4)	77.8 (17.5)	90.3 (8.6)	90.2 (10)	86.1 (10.8)	86.2 (12.7)	81.0 (17.4)	73.9 (18)	85.1 (13.6)	81.6 (12.2)
	Quartile4 (59.5≤)	80.5 (15)	90.3 (9.1)	90.8 (9.4)	87.2 (9.7)	82.7 (11.2)	80.1 (13.2)	71.1 (16.1)	87.8 (14.1)	80.5 (9.8)
p for trend	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
立ち幅跳び	total	77.0 (17.8)	89.0 (10.4)	89.7 (10.9)	85.3 (11.2)	84.3 (12.7)	79.1 (16.4)	71.0 (17.5)	85.9 (14)	80.2 (11.7)
	Quartile1 (≤50.3)	76.1 (18.1)	87.2 (12.3)	87.6 (11.2)	83.6 (12.2)	81.9 (13.1)	77.6 (18.7)	69.0 (19.4)	82.8 (14.1)	77.9 (12.8)
	Quartile2 (50.4 - 57)	74.5 (19.1)	87.0 (11.8)	88.3 (12.9)	83.3 (12.7)	85.3 (14.1)	78.9 (15.1)	72.8 (18.3)	84.4 (16.4)	80.4 (12.7)
	Quartile3 (58.1 - 64.1)	72.7 (18.7)	90.8 (8.7)	92.1 (9.4)	85.2 (10.5)	84.7 (10.8)	77.0 (17.7)	71.1 (14.9)	88.4 (14)	80.3 (11.3)
	Quartile4 (65.2≤)	84.8 (12.3)	91.2 (7.5)	91.0 (9.2)	89.1 (8.1)	85.5 (12.5)	83.1 (13.2)	71.0 (17.1)	88.2 (10.5)	82.1 (9.5)
p for trend	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ソフトボール投げ	total	77.0 (17.8)	89.0 (10.4)	89.7 (10.9)	85.3 (11.2)	84.3 (12.7)	79.1 (16.4)	71.0 (17.5)	85.9 (14)	80.2 (11.7)
	Quartile1 (≤39.9)	74.6 (22.2)	87.3 (13.1)	89.2 (12.4)	83.7 (14.4)	83.8 (14.4)	75.3 (21.7)	66.3 (19.6)	84.9 (14.8)	77.7 (14.4)
	Quartile2 (40 - 47.7)	76.6 (16.6)	89.7 (8.4)	89.2 (10.7)	85.1 (9.6)	83.5 (13.2)	78.5 (15.5)	71.2 (19.5)	85.7 (15.7)	79.8 (12.7)
	Quartile3 (47.8 - 55.9)	78.9 (16.4)	90.4 (9.5)	90.9 (9.7)	86.8 (9.9)	86.5 (10.5)	82.1 (12.8)	74.8 (13.4)	87.8 (12.4)	82.8 (8.7)
	Quartile4 (56.0≤)	78.0 (15.2)	88.5 (10.1)	89.6 (10.7)	85.4 (10.2)	83.5 (12.3)	80.6 (13.7)	71.6 (15.9)	85.2 (13.1)	80.3 (9.6)
p for trend	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

a. 共変量として年齢・性別・体格・各教科への関心・意欲・態度を用いた。※20MS, 20mシャトルラン 平均値 (SD)

研究 2

調査開始時に持久的運動に対して好意的な児童は 214 名中 125 名であった。このうち、好意的な意識を保持していた児童は 83 名、消極的な意識へと転じた児童は 42 名であった。消極的な児童が少なかったため、N 群児童と年齢・性別を用いて P 群とマッチングさせた。その結果、ネガティブ群のうち、データ欠損者が 1 名、発達障害を有する児童が 1 名、マッチング(性別)ができなかった児童 5 名計 7 名の児童を除いた 35 名を比較対象として検討した。

調査開始時は、体格、体力、学習成績いずれの項目にも両群間に有意な差は認められな

った。調査開始から1年後、体格は体重(P群 vs N群; 47.2 ± 5.7 vs 51.7 ± 10.5 , $p < 0.05$)とRohrer指数(P: 122.0 ± 11.2 vs N: 129.4 ± 17.6 , $p < 0.05$)で、有意にP群が低かった。体力は、20Mシャトルラン(P: 64.8 ± 9.0 vs N: 55.1 ± 8.2)、上体起こし(P: 54.1 ± 9.4 vs N: 49.3 ± 5.7)、50m走(P: 56.6 ± 9.2 vs N: 52.4 ± 7.4)、立ち幅跳び(P: 60.6 ± 9.6 vs N: 55.2 ± 11.2)の項目で、P群が有意に高かった(それぞれ、 $p < 0.05$)。また学習成績のうち国語には、有意な群間差は認められず、算数総合(P: 87.1 ± 8.5 点 vs N: 81.6 ± 12.6 点)ではP群が有意に高かった($p < 0.05$)。

表1. 身体的特徴

学年	グループ	身長(cm)	Tスコア	体重(kg)	Tスコア	Rohrer指数
2	PP(n=10)	120.2 ± 3.2	[46.5]	21.9 ± 2.6	[45.0]	125.5 ± 8.6
	PN(n=10)	119.5 ± 3.5	[45.0]	22.0 ± 3.1	[45.3]	128.8 ± 13.8
		n.s.		n.s.		n.s.
3	PP(n=8)	127.1 ± 5.8	[48.0]	26.1 ± 4.2	[47.9]	126.7 ± 12.1
	PN(n=8)	129.0 ± 5.4	[51.4]	26.4 ± 5.1	[48.3]	121.4 ± 12.2
		n.s.		n.s.		n.s.
4	PP(n=10)	130.7 ± 2.7	[45.0]	28.0 ± 3.9	[46.2]	125.6 ± 18.6
	PN(n=10)	134.1 ± 6.4	[50.6]	29.7 ± 4.7	[49.1]	122.9 ± 15.3
		n.s.		n.s.		n.s.
5	PP(n=7)	137.7 ± 5.6	[45.7]	31.7 ± 5.3	[45.7]	120.6 ± 12.5
	PN(n=7)	137.7 ± 5.2	[46.9]	33.4 ± 6.3	[48.7]	127.8 ± 21.8
		n.s.		n.s.		n.s.
all	PP(n=35)	128.3 ± 7.5	[46.2]	26.6 ± 5.2	[46.1]	124.8 ± 13.2
	PN(n=35)	129.5 ± 8.6	[48.4]	27.5 ± 6.2	[47.8]	125.2 ± 15.4
		n.s.		n.s.		n.s.

平均値±標準偏差

[]内は、全国平均値を50としたTスコアを示す。

表2. 持久走に対する意識の変化

調査開始時	学年	2年	3年	4年	5年	全体
	好き(人数)	42	27	39	17	125
	嫌い(人数)	32	16	28	7	83
1年後	嫌い(人数)	1	2	5	2	10
	どちらでもない(人数)	9	9	6	8	32
	割合(%)	23.8	40.7	28.2	58.8	33.6

表3. 持久走の走距離と運動強度の変化

項目	PP (n=35)				PN (n=35)				
	PRE		POST		PRE		POST		
走距離(m/回)	1397	± 130	1499	± 127	1367	± 141	1420	± 129	##
走速度(m/分)	174.7	± 16.3	187.5	± 15.9	170.9	± 17.6	177.5	± 16.1	##
強度(%V02max)	74.2	± 4.8	76.1	± 4.7	73.5	± 5.1	78.0	± 5.3	##

平均値 ± 標準偏差

###群内の前後の値に有意差あり.(#p<0.05, ##p<0.01)

*.†同一時期(POST)の群間に傾向と有意差あり.(#p<0.1,†p<0.05,)

表4. 身体的特徴の変化

項目	PP			PN				
	PRE	POST		PRE	POST			
身長	46.2	± 7.7	46.4 ± 8.6	48.4	± 8.9	50.1 ± 9.6		
体重	46.1	± 7.4	47.2 ± 5.7	†	47.8	± 8.8	51.7 ± 10.5	##
Rohrer指数	124.8	± 13.2	122.0 ± 11.2	##.†	125.2	± 11.4	129.4 ± 17.6	##

身長と体重は全国平均値を基準としたTスコアの平均値 ± 標準偏差を示す。

###群内の前後の値に有意差あり.(#p<0.05, ##p<0.01)

†.##同一時期(POST)の群間に有意差あり.(†p<0.05, ##p<0.01)

表5. 体力・運動能力の変化

項目	PP (n=35)			PN (n=35)				
	PRE	POST		PRE	POST			
握力	49.5	± 9.2	48.3 ± 9.2	46.7	± 10.9	49.2 ± 6.5		
上体起こし	50.5	± 8.7	54.1 ± 8.7	##.†	47.8	± 8.9	49.3 ± 5.7	
長座体前屈	49.8	± 8.7	48.1 ± 8.7	52.2	± 11.1	49.2 ± 10.9		
反復横とび	54.7	± 13.8	54.7 ± 10.5	58.2	± 15.9	51.6 ± 7.9	#	
20mシャトルラン	61.9	± 11.3	64.8 ± 11.3	##.†	59.3	± 12.2	55.1 ± 8.2	#
50m走	52.4	± 9.2	56.6 ± 9.2	##.†	50.3	± 7.1	52.4 ± 7.4	
立ち幅とび	54.5	± 7.8	60.6 ± 7.8	##.††	53.6	± 10.1	55.2 ± 11.2	
ソフトボール投げ	47.7	± 9.4	48.6 ± 9.4	46.0	± 8.3	46.6 ± 8.9		

データは全国平均値を基準としたTスコアの平均値 ± 標準偏差を示す。

###群内の前後の値に有意差あり.(#p<0.05, ##p<0.01)

†.##同一時期(POST)の群間に有意差あり.(†p<0.05, ##p<0.01)

表6. 学習成績の変化

項目	PP (n=35)						PN (n=35)					
	PRE			POST			PRE			POST		
国語	79.1	± 9.8		82.9	± 9.8		77.8	± 12.4		80.3	± 12.0	
算数	90.8	± 9.8		87.1	± 9.8	**	87.6	± 9.9		81.6	± 12.6	
総合(2科目平均)	85.0	± 8.6		84.5	± 8.1	**	82.7	± 10.0		79.6	± 9.5	

平均値 ± 標準偏差

###群内の前後の値に有意差あり.(#p<0.05, ##p<0.01)

*,**同一時期(POST)の群間に有意差あり.(*p<0.05, **p<0.01)

IV. 考察

本研究は、日本人児童を対象として学業成績と体力構成要素のうち、有酸素能の指標である 20m シャトルランが独立して関与することを明らかにした。また、有酸素能と各科目の学業成績との間に量反応関係を認め、高い有酸素能を保持することが学習成績の向上へ寄与する可能性を示唆した。特に本研究の知見は、科目に対する意欲を調整因子として投入し、科目に対する意欲などとは独立して持久性体力と学習成績との関連が見出されたことである。

これまでに、定期的な運動や身体活動が学習能力や認知機能に及ぼす効果については、実験的研究や疫学的研究など様々な角度から研究が行われている。定期的な運動を行うことは、高齢者の認知症予防や認知機能の改善に効果的であることが示され、子どもの有酸素性運動プログラムと学習効果に関する研究も一部に行われている(Hillman et al.,2014)。しかし、学業成績との関係についての知見は限定的である。我々は、小学生を対象に持久的運動の好き嫌いと学習能力との間に関連性があることをみいだ見出している(森村ら, 2011)。本研究結果は、先行研究結果を支持する結果であり、有酸素能を高めることが子ども達の脳機能の発達を促進し、学習成績を向上させる可能性を示唆された。しかしながら、これらの知見においては、運動習慣や体力が認知機能や学習能力の確保に貢献するメカニズムについては不明な点が

多いことも事実である。そのメカニズムとして運動中の前頭前野の脳血流量の増大などが認知機能の向上の背景にあると考えられているが、子どもの学業成績については、学習塾への就学や家庭環境などの社会的因子の影響も少なくない。これらの知見に基づけば、運動習慣を確保して高い有酸素能力を維持することが認知機能や学習能力の確保に貢献できる可能性が高いが、その成果を学校現場にて応用するためには、メカニズムの検証と実践的プログラムの開発が必要である。

次に研究2で得られた知見は、持久走に対してネガティブな意識に変容する児童が学年に関係なく存在することである。これまでに持久走に対しては、児童の中でも高学年になるほど否定的な児童が増えることが示されている。ただし、本研究では持久走に対してポジティブな意識からネガティブな意識に変容した児童は全学年において認められた。従って、いずれの学年の児童においてもネガティブな意識へと変容する可能性を内包しており、ネガティブな意識への変容は、高学年生に生じる特有の現象ではない可能性が示唆された。

運動嫌いや体育嫌いなどについて、波多野ら(1981)は「運動能力の低位に対する劣等感」が大きな要因として挙げている。しかしながら、本研究の対象となった児童は、課外活動である持久走に少なくとも、1年以上取り組み、かつ、持久走に対してもポジティブな意識を抱いていた児童を対象とした。よって、運動能力の低位に対する劣等感のみが起因しているとは考えがたく、他の要因が影響していると考えられる。学校教育の取り組みとしての持久走は1960年代から取り入れはじめている。1960年代は、健康を保持するためには体力を適切なレベルに保つことが重要であるとし、その体力を高めるために少なくとも高強度(70~80% $\dot{V}O_2\max$)の運動が必要であると推奨されてきた(WHO,1969)。従って、このような時代背景からも、現在まで持久

走は高強度で走るものとの考え方が定着したと推察される。長澤(1993)によると、教諭らは、持久走について競争的な要素(いわゆる努力や忍耐, 記録)を含んだ運動であると解釈するものが多く存在すること, さらに, 児童は持久走に対して精神的, 身体的に苦痛を訴えるものも少なくないことを報告している。同校を対象とした森村ら(2010)の調査においても持久走を「頑張っ
て走る」と回答した児童は, 全ての学年において8割を超えていることを報告している。また, 本
対象校の教育や活動の方針からも持久走を「努力や頑張っ
て行う活動」であると捉え実施して
いるものと考えられる。さらに強度の観点からは, 調査開始前までの運動強度には両群におい
て有意な差が認められなかったものの, 調査期間中の N 群の運動強度は 78%強度に達し, N
群の児童はポジティブな児童に比べて運動強度が相対的に高く, より心拍応答や糖動員性の
高い運動, すなわち, 生理的にきつと感じるような運動を実施していた可能性が高かったこと
から, 持久走に対してネガティブな意識を抱く背景には, 前述のような持久走の取り組みに対
する指導者の考え方や捉え方が, 児童の生理的な苦痛を伴った体験が相互に影響し合うこと
によって心理的な影響すなわち, ネガティブな意識を形成させている可能性が考えられた。こ
れまでに佐藤ら(2011)は, 児童が持久走に対して好意的な意識を抱かせるためには達成型の
欲求充足を目標の中心に必要充足を付随的・周辺的な目標として捉え, これらの機能を充足
するための授業を展開することが必要不可欠であると指摘している。持久走の学習は, 達成目
標だけに捕らわれず, 必要充足を付随的・周辺的な目標として運動強度の側面すなわち, 児
童の生理的な負担度にも着目(森村ら, 2010)した目標設定や指導が必要であると考えられ
た。

また研究 2 では, 持久走に対する意識変容が 1 年後の体格・体力・運動能力に影響を及ぼ

す可能性を示した。運動に対する意識や態度は、運動・スポーツ行動に係る重要な因子であり、運動行動の規定要因として扱われ(Hausenblas et al.,1997)、ポジティブな意識が、身体的・心理的な健康に関連する要因であることも報告されている(Reed et al.,2009)。また、子どもの身体活動(遊び)の多くは走運動が主体であり、持久性体力によって支配される遊びが多い。つまり、持久走に対する意識は、児童の運動行動とくに身体活動の大部分を占める「遊び」を規定することによって児童の体格や体力へ間接的に影響を及ぼした可能性が考えられた。また、杉原ら(1999)は、運動に対する自己概念(意識や態度)が運動行動へ及ぼす影響について Harter のコンピテンス理論動機付けを用いてその循環モデルを示している。すなわち、スポーツ・運動により身体的な有能感を得て、ポジティブな自己概念(意識や態度)を形成した児童は、行動傾向が積極的な行動傾向を示し、身体活動や運動機会が増え好循環化される。一方、運動に対してネガティブな意識を抱いてしまった児童は、行動傾向がネガティブとなり運動する機会が減少し、運動発達も促されないという悪循環を生むことを示している。先行研究において廣瀬ら(2010)もまた、成人を対象としてこれまでの運動やスポーツの好き嫌いなどと言った運動に対する意識が、ヒトの身体活動を規定し、健康を保つための運動行動に影響を及ぼすことを報告し、運動に対する意識の重要性を指摘している。従って、持久的運動に対するポジティブあるいは、ネガティブな意識形成が、児童の日常の身体活動・運動行動へ影響を与えた結果として体格や体力の発育発達に影響を及ぼしている可能性が考えられた。

また、本研究で得られた興味深い知見は、持久走に対する意識の違いが、1年後の学習成績にも差異が認められた点である。その理由は2つ考えられる。まず、先行研究(Coe et al.,2006)では、活発な運動をしている者は、学業成績が良いこと、また、小学3年生と5年生の

体力と学力テストの間に正の相関関係が示され (Castelli et al.,2007), 学力と体力の関係について明らかにされつつあること. さらに, 体力は体格, 持久力, 筋持久力など多くの要素から構成されるが, 学力は構成要素の中でも2つ, すなわち, 持続的能力(20M シャトルラン)と体格(BMI)が強く関係していることを報告している(Castelli et al.,2007). さらに Hillman et al. (2008) は, 有酸素能の高い児童は低い児童に比べて課題の正答率が高いことから, 児童の有酸素能力と認知機能が関連する可能性を報告していることである. 本研究においても, 同様に 1 年間ポジティブな意識を維持していた児童に比べ, ネガティブな意識に変容した児童の体格は大きく, 体力項目においても低値を示す項目が多く, とりわけ 20M シャトルラン, すなわち, 有酸素能力が有意に低値であったことから先行研究を支持する結果であった.

2 つ目は, 走行運動が前頭前野の働きを活性化し, より複雑な課題を処理する能力の向上が示されていることである. すなわち, この前頭前野には, 物事や計算などを順序良く処理する役割を担うワーキングメモリーが存在し, ワーキングメモリーは運動強度に応じて活性化することが示されており(Suzuki et al.,2004), 走行運動が前頭前野を使う課題成績を向上させることも報告されている(Harada et al.,2004).

本研究において, 持久走に対してポジティブであった児童は, ネガティブに変容した児童に比べ, ジョギングの年間走距離が多いことから, 走行速度もネガティブ群に変容した児童に比べ速かったと推察される. また, 持久走に対してポジティブであった児童は, ネガティブに変容した児童に比して 20M シャトルランが有意に向上しており, 前頭前野に関連する算数の成績に何らかの影響を及ぼした可能性が考えられた.

V. 本章のまとめ

本章では、体力と学習成績の関連について検討した。その結果、国語、算数ともに体力構成要素のうち有酸素能力を表す 20m シャトルランの記録と量反応関係にあり、他の体力や意欲とは独立して関連する可能性を示唆した。

また、本結果を踏まえ、持久走に対する好意性と体力・学習成績との関連を縦断的に検討した結果、持久的運動に対する意識の変容によって 1 年後の体力・学習成績にも影響する可能性を示した。すなわち、有酸素能を高い水準に保持することが健全な子どもを育成するうえで重要であると考えられた。特に本研究では、持久的運動に対する好意性が、その後の発育発達にも影響する可能性を示唆していることから、持久性体力を高める、また保持することに加え、ポジティブな感情、すなわち、有酸素能および運動有能感をも高められる身体活動プログラムが必要であると考えられた。

第 2 章

小学生を対象とした短時間のスロージョギング指導と持久性体力、運動有能感の関係

I. 目的

体力は、持久力、筋持久力、筋力、敏捷性、柔軟性など要素から構成される。なかでも、持久力は、健康づくりに関連が深いことが明らかとなっている。また、持久力は最大酸素摂取量で評価され、この最大酸素摂取量を高く保つことが、生活習慣病予防・治療に有効であることが明らかとなっている。しかし、近年の環境変化は、身体活動の機会を減少させ子どもの持久力に至っては 20 年間低下し続けている現状にある(加賀谷ら, 2009)。

わが国では、健康づくりの運動指針 2006」が示され、健康の維持・増進のためには中等度の運動を習慣化することを推奨するようになった。近年は健康ブームとも相まってジョギングやマラソンが広まりつつある。東京マラソンでは、募集人数に対し約 9 倍もの応募が殺到したほどの人気ぶりである。しかし、子どもたちにおいては、その志向性が異なる。持久走に対する児童の関心や態度は、必ずしも好意的なものではなく、「嫌い」、「楽しくない」といった否定的な態度が上級生になるにつれて増加する傾向にあることが、約 30 年も前から報告されている(星川ら, 1983)。また、現在でもその傾向は、変わっておらず、持久走の好き嫌いについて小学生から高校生までを対象に行った我々の調査(森村ら, 2010)でも、全体の約半数の者が持久走を嫌いと答え、その理由として「きつい」「疲れる」といった生理的要因が 68%にも達していた。さらに、児童のほとんどは、持久走を「頑張るもの」として認識しており、子どもたちは、高強度(しかめっ面ペース)で走っていることが容易に想像できる。

健康づくりとして中等度(50% $\dot{V}O_2\max$)の運動が推奨されるようになったのは、比較的最近

のことである。1950年代後半、身体活動と健康との関連が提唱され、1960年代には運動不足が冠動脈疾患の危険因子であることが示された。さらに、健康を保持するためには、体力を適切なレベルに保つことが重要であるとされ、体力を高めるためには、70～80% $\dot{V}O_2\max$ 強度の運動強度が必要であるとされていた。持久走は、体力を高めるために高強度の運動が必要とされていた1960年代に取り入れられているのである。従って、持久走は、このような時代背景が影響し、持久走＝「高強度(70% $\dot{V}O_2\max$)」「忍耐」「根性」との考え方が定着してしまったと考えられる。子どもたちの持久走嫌いをなくすためには、まず、運動強度からその認識を見直す必要があると考えられる。

そこで本研究では、日常的に持久走を行っている児童を対象として、スロージョギング介入が児童の持久走に対する意識及び運動有能感へ及ぼす影響を検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

対象は、F 県都市近郊部に位置し、始業前に短時間の取り組みを慣的に導入する M 小学校に在籍する小学校に通う小学 2 年生過 6 年生までの児童 216 名であった(表1)。調査介入期間は、2010 年 9 月から 12 月までであった。転入歴のある児童については本研究の対象外とした。

2. 課外活動内容

対象校は、健康的な生活習慣を身につけた子どもの育成をスローガンとし、短時間のジョギング活動を雨天時や学校行事等を除く全登校日の始業前に年間を通じて取り組んでいる。取り入れているプログラムは始業前にグラウンドへ集合し、点呼と体調確認、準備体操(2 分間)を行い、クラスメイト全員でゆっくりと走る「いきいきペース」2 分間とテンポの良い音楽を合図に各々のペースで頑張る「頑張りペース」ジョギングを 6 分間実施し、合計 10 分間の取り組みで構成されている。また、ジョギングの周回コースは児童の安全に配慮し、2 学年ごとに分けられた 3 つのコースにて実施されている。

3. 調査項目

調査内容は、1 ジョギングに対する意識と、運動有能感、ジョギング中の運動強度、20m シャトルラン(20MS)、主観的運動強度であった。

ジョギングに対する意識は、星川らの先行研究(1983)参考に「好き、嫌い、どちらでもない」の三件法により評価し、運動有能感評価(岡澤ら、1996)は 12 項目からなる質問の合計点ならびに下位尺度として身体的有能感、統制感、受容感を評価した。

ジョギング中の運動強度は、心拍数(HR)、主観的運動強度(RPE)および、20m シャトルラン(20MS)とジョギングの平均速度から評価した。有酸素性作業能は、20MS の記録および 20MS 回数から推定最大酸素摂取量を算出し評価した。尚、20MS は介入 1 年前、介入前、介入後の 3 回測定を行った。

4. 運動介入

本対象児童は、年間を通じて毎朝 10 分程度「しゃべるな・歩くな・行けるところまで」という指導方針でジョギング活動を行っている。運動介入は、2 学期開始時期より以下の指導法に変更し 2 か月間実施した。

従来の指導方針からの変更後の方針は、「おしゃべりしながら・自分のペースで・ニコニコ走ろう」に方針を変更して指導した。

III. 結果

指導前と介入時におけるジョギング中の心拍数は各学年いずれも介入後に有意に減少した。運動中の RPE もいずれの学年においても介入後に有意に減少した(それぞれ, $p < 0.01$)。

20MS から算出した $\dot{V}O_2\max$ とジョギング中の走速度から算出した運動強度($\% \dot{V}O_2\max$)は、介入前が全体で $78 \pm 12\% \dot{V}O_2\max$ から介入後は、 $62 \pm 12\% \dot{V}O_2\max$ へと有意に減少した。各学年の運動強度は表2に示した。

指導1年前(前年5月), 指導前(当年5月), 指導後(当年12月)それぞれの20MS回数は、いずれの学年も指導1年前よりも指導前, 指導前よりも指導後の20MS回数が有意に増加した(図1)。また、それぞれの期間の増加回数では、1年前から指導前測定までの1年間のシャトルラン増加回数(12ヶ月)は、 0.8 ± 0.9 回/月であった。介入期間, すなわち、指導前から指導後までのシャトルラン増加回数(4ヶ月間)は、 2.7 ± 1.6 回と1年間の増加回数を有意に上回った($p < 0.01$)。各学年の増加回数は、表3へ示した。

また、介入前にジョギングに対して216名中36名がジョギングを嫌いと答えた。また介入前に嫌いと答えた児童36名のうちジョギング介入後に28名(78%)の者がジョギングを好きと答えた。さらに運動有能感は、肯定的な児童に対して、否定的な児童は運動有能感がいずれも低値を示したが、否定的であった児童の有能感は、身体的有能さは 12.5 ± 4.3 から 14.5 ± 4.2 ($p < 0.05$)、統制感は $16.5 \pm 3.1 \rightarrow 17.8 \pm 3.0$ 、受容感は $14.0 \pm 4.1 \rightarrow 15.5 \pm 3.2$ ($p < 0.05$)、運動有能感(総点)は、 42.9 ± 47.8 に改善した(表4)。

表1. 対象者特性

全体 (n=261)	小2 (n=50)	小3 (n=45)	小4 (n=46)	小5 (n=29)	小6 (n=46)
身長 (cm)	121.1±5.3	126.8±5.0	133.9±4.7	138.9±7.0	145.6±7.0
体重 (kg)	22.7±3.5	25.5±3.4	30.5±5.2	33.9±7.5	38.6±8.9

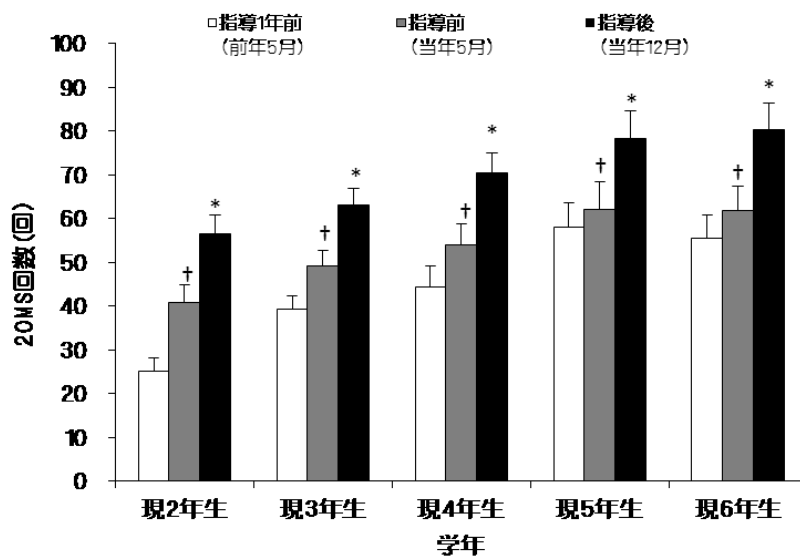
平均値±標準偏差

表2. ジョギング活動中の運動強度の変化

項目	学年	指導前の活動	指導期間中の活動	有意水準
心拍数 (拍/分)	2	146.4 ± 26.5	126.2 ± 35.1	p<0.001
	3	143.8 ± 20.9	120.0 ± 21.1	p<0.001
	4	169.0 ± 22.4	136.7 ± 26.2	p<0.001
	5	175.7 ± 23.0	137.5 ± 26.3	p<0.001
	6	179.6 ± 17.8	129.8 ± 25.5	p<0.001
RPE	2	13.5 ± 3.5	12.9 ± 2.5	p<0.05
	3	13.8 ± 2.3	12.2 ± 2.3	p<0.01
	4	17.1 ± 1.7	11.8 ± 2.6	p<0.001
	5	15.1 ± 1.7	12.0 ± 2.5	p<0.001
	6	14.6 ± 1.7	11.5 ± 2.6	p<0.001
%VO2max(%)*	2	71.5 ± 8.6	61.8 ± 12.9	p<0.001
	3	75.0 ± 15.5	64.9 ± 10.4	p<0.001
	4	82.4 ± 8.0	62.3 ± 6.1	p<0.001
	5	78.3 ± 9.0	54.3 ± 8.1	p<0.001
	6	85.2 ± 9.1	64.1 ± 11.4	p<0.001

平均値±標準偏差

*シャトルラン回数から求めた最大酸素摂取量と平均周回数から求めた走速度より算出。



†, p<0.01: 指導1年前VS指導前, *p<0.01: 指導前VS指導後

表3. シャトルラン回数の増加回数

学年	指導前の変化 (回/月)	指導期間の変化 (回/月)	有意水準
現2年生	1.3 ± 1.2	2.6 ± 2.1	p<0.01
現3年生	0.8 ± 0.9	2.3 ± 1.5	p<0.001
現4年生	0.8 ± 0.7	2.7 ± 1.7	p<0.001
現5年生	0.3 ± 0.8	2.7 ± 1.3	p<0.001
現6年生	0.5 ± 0.8	3.1 ± 1.4	p<0.001

平均値±標準偏差

※指導前は、前年5月から当年5月までの変化を、指導期間は当年5月から当年12月までの変化を示す。

表4. ジョギングに対して否定的であった児童の運動有能感の変化

	肯定的な児童	否定的な児童		有意水準
		指導前	指導後	
運動有能感	50.0 ± 7.5	42.9 ± 9.6	47.8 ± 7.6	p<0.01
身体的有能さ	15.3 ± 3.5	12.5 ± 4.3	14.5 ± 4.2	p<0.01
下位尺度				
統制感	18.2 ± 2.4	16.5 ± 3.1	17.8 ± 3.0	n.s.
受容感	16.5 ± 3.3	14.0 ± 4.1	15.5 ± 3.2	p<0.05

平均値±標準偏差

IV. 考察

本研究では、スロージョギングによるジョギング指導は、否定的になりがちな持久走への意識を好転させるとともに有酸素能の向上が期待できる適度な運動強度を確保できる可能性を示した。

スロージョギングのように走るペース、運動強度の事を、「きつすぎず、楽すぎない強度であり、話を楽しみ、楽に走り続ける」運動強度であることから我々は「にこにこペース®」と呼んでいる。児童に対して否定的な意識を持つ理由として、息切れや疲労など生理的負担を指摘する児童が多い。すなわち、運動強度が上がりエネルギー需要が増えてくると脂肪の利用は抑えられ、エネルギーを素早く供給できる糖の利用に切り替わる。運動強度が $\dot{V}O_2\max$ のおおよそ 50～70%程度を超えると糖の利用は急激に高まり、糖を分解する過程で産生される乳酸が急増し始める。運動強度に対する乳酸の変化は、ある強度までは、ほとんど上昇せず、50～70% $\dot{V}O_2\max$ あたりから指数関数的に増加する。この乳酸が急増し始める強度を乳酸性作業閾値 (Lactate Threshold:LT)と呼ぶ。この持久走時に、激しい疲労や息切れが生じるのは、自身のLT強度を大きく上回るペースで走ることによって、乳酸や心拍数、換気量が急増するためであると考えられる。本研究においても指導前の運動強度時はいずれの学年も 70% $\dot{V}O_2\max$ を凌駕する運動強度で実施しており、児童らが持久走に対して否定的な感情を抱く要因として生理的な負担度が高いことがその要因として考えられた。ジョギング中の運動強度を算出したところ指導前は、70%～80% $\dot{V}O_2\max$ に相当する運動強度であったのに対し、指導後には 50～60% $\dot{V}O_2\max$ の中強度の運動強度でコントロールされていた。従って「おしゃべりしながら・自分のペースで・ニコニコ走ろう」とい指導であるスロージョギングでも児童の有酸素能の向上が期待でき

る運動強度を充足できるものと考えられた。また、運動中に息切れなく楽しく会話が可能であれば、運動強度が強すぎることはない。運動の強さを主観的に数字で表わしたものを自覚的運動強度 (ratings of perceived exertion: RPE) と呼ぶ。RPE は、6 を安静時、20 を最大努力時としての数字と非常に楽である (7) から非常にきつい (19) までの 7 段階の表現が割り振られており、運動中にいずれかの数値を選択する。一般的に中等強度に相当する RPE は 12 から 14 であるとされている。ただし、RPE は主観的な尺度であり、個々の適切な運動強度とは異なる場合もあるためその扱いには留意が必要である。田中ら (2012) の調査によると RPE の 10~13 を目安としたジョギングを行った際、その運動強度が乳酸性作業閾値を上回った割合は 9 割を超え、RPE が 13 の者は 75% $\dot{V}O_2\max$ 以上の高い生理的負担となるものが含まれていると指摘している。従って、安全かつ簡易に至適運動強度に設定するためには RPE の 10 から 12 を目安として実施すれば、性別、年齢関係なく乳酸性作業閾値に近似する適切な運動強度が得られると考えられている (田中, 2012)。本研究においても、歩くようにゆっくりと、おしゃべりしながらゆっくりと走ることを目標にして実施した。その結果、児童らの多くの RPE が 12 に収まっており、LT 強度を凌駕するような走ペースを適切な運動強度へとコントロールできたものと考えられた。

さらに、興味深いことに本研究では有酸素能の指標である 20MS の記録の変化量は、前年度からの 1 年間の変化量よりも介入期間の変化量ほうが大きく、意図してゆっくりと走ることを目指した指導でも十分に有酸素能を高めうる可能性があると考えられた。ただし、10 分間の朝の活動のみでは有酸素能を高めるのに十分な運動時間を確保できていたとは考えにくいことから、他の要因の影響が考えられることから、追加研究が必要であろう。

本研究の重要な知見は、指導方針を転換したことによってジョギングや持久走が嫌いを答え

ていた児童が好意的な感情を抱くことが出来たことである。児童が積極的に運動に親しむ資質や能力を養うためには、児童自ら運動に参加する、チャレンジするという思い、すなわち、内発的動機づけを高めることが求められている。この運動に対する内発的動機は、運動有能感はその正の相関関係にあることが明らかにされている(岡澤と三上, 1998)ことから、この内発的動機づけを高める視点として、岡澤ら(1996)は「運動有能感」を高めることを提唱している。運動有能感とは、「身体的有能さ」「統制感」「受容感」の3因子から構成されている。「身体的有能さ」とは、自己の能力や技能に対する肯定的な認知であり「自分はできる」という自信を示す。「統制感」とは、自己の努力や練習によって運動がどの程度できるようになるのかという見通しであり、「練習すればできるようになる」という自信を示す。「受容感」とは、運動場面で指導者や仲間から自分が受け入れられているという認知であり、「他者から受け入れられている」という自信を示す。本研究では、否定的な児童の運動有能感は指導後に有意に改善しており、下位尺度である身体的有能さと受容感の二つの尺度有意に改善しており、肯定的な児童と同程度にまで改善することを示した。従って、スロージョギング指導法は、児童に敬遠されがちな持久走(ジョギング)の指導法として運動有能感および有酸素能の向上に有効なプログラムであると考えられた。

V. 本章のまとめ

スロージョギングを用いたジョギング(持久走)指導は児童の体力の維持・向上に十分な運動強度を確保できるだけでなく、持久走やジョギング活動に対する児童の意識、および、運動有能感を好転させることが示唆された。

持久走は、子どもたちに敬遠されがちな教材である。しかしながら、持久的な運動習慣やその能力は、生活習慣病との関連が強だけでなく、運動に対する感情や活動は成人期にまで持ち越される。従って、将来の子どもたちの健康を見据えた際、発育発達の著しい時期に持久的運動に対して否定的な意識を形成することは子どもの健康や将来の健康を著しく損なう可能性がある。従って、子どもの有酸素能力を高め、かつ、有能感を高めることのできる指導法の構築が必要であり、本プログラムは、発育期にある子どもたちの身心を健全に適正化していくうえで、有効な運動プログラムであると考えられた。

第 3 章

体力向上を意図した短時間のジョギング活動と児童の体力と身体活動の関係

I. 目的

身体活動と体力を高く保つことは、生活習慣病予防のみならずメンタルヘルス、学習意欲の観点からも重要である(Ortega et al.,2008; Kirkcaldy et al.,2002)。近年の生活環境の変化に伴い子どもの身体活動量は国内外問わず減少しており日本学校保健, 2012; Dollman et al.,2005;Must et al.,2005), わが国の子どもにおいても極めて低い身体活動水準であることが示されている(佐藤ら, 2001)。さらに子どもの頃の身体活動量や体力は、成人以後の身体活動と体力の水準やメタボリックシンドローム発症に関連することからも(Hassmén et al.,2000;Taylor et al.,1999;Telama et al.,2005), 子どもの頃から積極的な身体活動を習慣化させ体力を高めておくことは、子どもの健全な発育発達のみならず、生涯にわたっての健康を保持するうえで重要な課題である(Boreham et al.,2001)。しかしながら、子どもを取り巻く生活環境は大きく様変わりしており、身体を十分に動かす機会に恵まれているとはいえない現状にある。よって、子どもの健全な発育発達の為には学校や家庭、地域において積極的な身体活動の推進機会を保障していくことが課題となっている。

学校は、子どもが多くの時間を過ごす環境であることから身体活動を促すうえで重要な環境に成り得ると考えられており、体育・保健体育の授業以外の時間、すなわち、業前や業間、昼休みの時間を用いて体力の向上や身体活動を促すための取り組みを導入する学校が増えつつある(佐藤ら, 2012;文部科学省, 2012)。体力の向上や身体活動を促す取り組みに関して何ら

かの取り組みを実施していると回答した都道府県の教育委員会の割合は 98.5%にも達している。特に体育・保健体育の授業以外の時間で体力の向上や身体活動を促す取り組みを導入する小学校の体力水準は、男女ともに全国平均値よりも高く、その取り組み期間の長い学校ほど高い傾向にあることが報告されている(文部科学省, 2012, 2013)。さらに、学校生活における身体活動量は、土日の身体活動量に比べて肥満や体力との関連が強いことも示されている(中江ら, 2009)ことから、学校での身体活動の重要性を指摘している。このように、学校の生活時間を活用した取り組みは、子どもの体力低下予防のみならず生活習慣病予防の観点からも重要視されるようになってきた。しかしながら、学校における取り組みの内容については各学校の工夫に委ねられるのみに留まっており、具体的な方策の構築には至っていない。さらに小学校における体育科の時間以外の時間を活用した短時間の取り組みと児童の体力・身体活動水準の関係を示す科学的根拠も極めて少ない。

そこで本研究は、好ましい生活習慣形成と体力向上を意図した短時間のジョギング活動を導入する小学校と特別な取り組みのない小学校それぞれに在籍する児童を対象として、短時間の取り組みの有無と体力と身体活動水準の関係を明らかにすることを目的として横断調査を実施した。

II. 方法

1. 対象

対象は、F 県都市近郊部に位置し、始業前に短時間の取り組みを慣的に導入する小学校(以下;導入校)に在籍する小学 1 年生 49 名(男児:30 名, 女児:19 名)と 5, 6 年生(高学年)児童男女 111 名(男児:55 名, 女児:56 名)であった。また、対照校として対象校と 1 km 内に隣接し通学距離・学校敷地面積等の環境が類似し、かつ体育科の授業以外で特別な取り組みを導入していない小学校の 1 年生 73 名(男児:38 名, 女児:35 名)と高学年児童 137 名(男児:83 名, 女児:54 名)を対照校として割り当てた。また、身体活動量の測定は、導入校の高学年男子 12 名(5 年生 4 名, 6 年生 8 名)と女子 12 名(5 年生 6 名, 6 年生 6 名)の 24 名と対照校から高学年男子 12 名(5 年生 4 名, 6 年生 8 名)と女子 12 名(5 年生 6 名, 6 年生 6 名)の 24 名を対象とした。尚、調査は特別な学校行事のない期間中に実施され、転入歴があり、在籍期間が 6 ヶ月未満の児童については本研究の対象外とした。

2. 課外活動内容

導入校は、健康的な生活習慣を身につけた子どもの育成をスローガンとして全学年児童を対象に始業前の時間を活用して短時間のジョギング活動を取り入れている。本取り組みは、体調不良や雨天時、学校行事等を除く全登校日に入学時から卒業時まで慣的に取り組んでいる。取り組みの内容は、始業前(8 時 20 分)に全学年がグラウンドへクラスごとに集合し、点呼と体調確認後、準備体操(2 分間)と、クラスメイト全員でゆっくりと走る「いきいきペース」と称したジョギングを 2 分間、その後、テンポの良い音楽を合図に各々のペースで頑張る「頑張り

ペース」と称したジョギングを6分間、計10分間の活動から構成されている。取り組み終了後は、各自ジョギングの周回数を記録し、通常の学習時間へと移行した。ジョギングの周回コースは、児童らの安全を配慮し2学年ごと3つのコース(1,2年生は120m/周,3,4年生140m/周,5,6年生160m/周)を設けて実施させた。なお、取り組み中の走行距離ならびにエネルギー消費量は、1日のジョギング周回数よりジョギング距離を算出し、米国スポーツ医学会の換算式(2011)を用いて推定エネルギー消費量を算出した。

3. 体力・運動能力測定

身長と体重ならびに Body Mass Index (BMI)を算出した。体力・運動能力測定は、文部科学省が体力・運動能力調査に採用している新体力テスト(文部科学省,1999a)に準じて、握力・長座体前屈・反復横跳び・50m走・20Mシャトルラン・立ち幅跳び・ソフトボール投げの8項目を実施した。なお、全ての説明と測定は、両校にバイアスが生じないよう各学校に所属する教諭以外の測定スタッフによって実施され、説明内容や練習回数、測定機材、測定スタッフは両校で統一して実施された。

4. 身体活動量測定

身体活動量評価の対象者ならびに保護者・教員には加速度計(Lifecorder,スズケン社製:LC)の装着に際して事前に装着の方法や装着位置など取扱いに関する注意点を文書と口頭により説明した。対象は、モニタを閲覧できないよう施されたLCを右腰部に装着させ、入浴時と睡眠時を除く起床から就寝までの平日5日間の運動量、歩数、低強度活動時間、中強度活動

時間、高強度活動時間を評価した。また装着時間が 8 時間に満たない場合や付け忘れ、ならびに取り込んだデータより装着不備と判断された日のデータは解析から除外された。また今回用いた LC は 1 日ごとに運動量、歩数と加速度の頻度とサイズに応じて身体活動強度を 0 から 9 までの 10 段階に分類してそれぞれの積算値を出力することができる。本器による身体活動量評価の妥当性については、すでに成人や児童を対象とした先行研究によって確認されている (Kumahara et al., 2004; 足立ら, 2007)。各強度の分類は先行研究 (Kumahara et al., 2004) に基づき低強度を LC 強度 1~3, 中強度を LC 強度 4~6, 高強度を LC 強度 7~9 として評価した。尚、導入校の身体活動量は取り組み自体の身体活動量増加の影響を除外するため取り組み時間帯を除外して評価した。

5. 統計学的評価

結果の値は、すべて平均値±標準偏差で示した。群間差の検定には、対応のない t 検定を用いて評価し、クラブ活動所属の有無についてはカイ二乗検定を用いた。なお、すべての統計解析には Stat View Ver. 5.0 (SAS, NC, USA)を用い、有意水準は 5%未満とした。

III. 結果

対象校の特徴は表1に示した。敷地面積，通学距離やクラブ参加率等は両校ともに類似していた。導入校の取り組み内容は表2に示した。取り組みにおけるジョギングの走行距離は，一回当たり $1357 \pm 333\text{m}$ であった。男子の体力・運動能力の結果は表3に示し，女子の結果を表4に示した。1年生の身体的特徴には両校間で差異は認められず，体力・運動能力についても，いずれの項目も両校の間に有意な差は認められなかった。高学年児童の身長，体重，BMIは，男女ともに両校の間に有意な差は認められなかった。高学年男子の体力・運動能力は，上体起こし，反復横跳び，20mシャトルラン，50m走，立ち幅跳び，ソフトボール投げの6項目において導入校が対照校に比べ有意に高値を示した(それぞれ， $p < 0.01$)。高学年女子は，握力，上体起こし，長座体前屈，反復横跳び，20m シャトルラン，50m 走，立ち幅跳び，ソフトボール投げの全項目において導入校が対照校に比べて有意に高値であった(それぞれ， $p < 0.01$)。身体活動量の結果は表5に示した。歩数は，導入校が対照校に比べ有意に高値を示した(導入校 vs. 対照校: 15485 ± 1915 vs. 12586 ± 2468 歩/日， $p < 0.001$)。また，中強度身体活動時間では導入校が 38.6 ± 7.2 分/日，対照校が 29.6 ± 8.8 分/日であり，高強度身体活動時間は，導入校が 23.0 ± 5.6 分/日，対照校が 16.9 ± 5.4 分/日であり，いずれもの値も導入校が高値を示した(いずれも， $p < 0.001$)。なお，中高強度活動時間は，導入校が 61.6 ± 10.0 分/日，対照校が 46.5 ± 12.9 分/日であった。

表1. 対象校の特徴

特徴	対照校	導入校
学校面積 (m ²)	19518	18340
通学距離 (m)	1078 ± 424	1113 ± 535
両校間距離 (m)	658	-
課外活動の種類	-	jogging
男児のクラブ所属割合 (%)	68.7	70.9
女児のクラブ所属割合 (%)	37.0	39.3

平均値±標準偏差

表2. 課外活動の内容

内容	
準備運動	2分
ジョギング ²	8分
平均走距離 (m/times)	1357 ± 333
平均速度 (m/min)	170 ± 42
運動量 (kcal)	55 ± 19

平均値±標準偏差

2:ジョギングは,2つのペースから構成されている.

表3. 男児の身体的特徴および体力

項目	初年次生			高学年生		
	対象校	導入校	P value	対象校	導入校	P value
人数 (人)	38	30		83	55	
年齢 (yrs)	6.1 ± 0.3	6.1 ± 0.3	0.575	11.3 ± 0.7	11.1 ± 0.8	0.921
身長(cm)	119.8 ± 4.4	118.1 ± 5.4	0.156	144.6 ± 7.0	143.5 ± 8.1	0.698
体重(kg)	22.7 ± 3.7	21.4 ± 5.2	0.279	38.4 ± 7.8	38.7 ± 9.4	0.622
BMI(kg/m ²)	15.7 ± 1.7	15.3 ± 2.7	0.402	18.2 ± 2.7	18.6 ± 3.1	0.647
握力(kg)	10.7 ± 2.1	11.7 ± 2.8	0.134	20.9 ± 3.8	21.9 ± 5.3	0.260
上体起こし (times)	9.6 ± 4.3	10.3 ± 5.6	0.592	16.4 ± 4.9	18.9 ± 4.8	p<0.001
長座体前屈 (cm)	23.7 ± 4.3	24.8 ± 5.8	0.394	30.4 ± 5.9	33.2 ± 5.7	0.007
反復横跳び (times)	26.0 ± 4.9	27.3 ± 6.8	0.357	35.8 ± 6.8	45.2 ± 6.3	p<0.001
20mシャトルラン(times)	16.6 ± 4.1	19.0 ± 7.1	0.096	45.3 ± 17.0	63.1 ± 19.7	p<0.001
50m走 (sec)	11.7 ± 0.9	12.1 ± 2.2	0.468	9.4 ± 0.8	8.8 ± 0.8	p<0.001
立ち幅跳び(cm)	111.2 ± 19.4	108.3 ± 15.0	0.500	144.9 ± 18.6	157.7 ± 17.6	p<0.001
ソフトボール投げ (m)	8.1 ± 3.0	9.2 ± 3.4	0.182	25.3 ± 7.8	31.5 ± 10.5	p<0.001

平均値±標準偏差

BMI : Body mass index.

表4. 女兒の身体的特徴および体力

項目	初年次生			高学年生		
	対象校	導入校	P value	対象校	導入校	P value
人数 (人)	35	19		54	56	
年齢 (yrs)	6.1 ± 0.3	6.1 ± 0.3	0.921	11.2 ± 0.7	10.9 ± 0.7	0.628
身長(cm)	118.5 ± 4.6	116.2 ± 5.1	0.111	145.3 ± 5.6	143.4 ± 6.9	0.535
体重(kg)	21.7 ± 2.8	20.2 ± 2.6	0.055	37.1 ± 6.1	39.2 ± 9.9	0.314
BMI(kg/m ²)	15.4 ± 1.3	14.9 ± 1.2	0.159	17.5 ± 2.0	18.8 ± 3.4	0.091
握力(kg)	10.7 ± 2.4	11.2 ± 2.7	0.502	19.2 ± 3.6	21.3 ± 4.1	0.007
上体起こし (times)	10.1 ± 4.7	10.0 ± 5.2	0.968	15.0 ± 3.9	17.9 ± 4.5	p<0.001
長座体前屈 (cm)	25.7 ± 3.9	26.2 ± 5.3	0.731	30.8 ± 7.6	37.5 ± 5.7	p<0.001
反復横跳び (times)	24.9 ± 5.6	27.3 ± 4.3	0.078	35.5 ± 5.1	42.5 ± 4.3	p<0.001
20mシャトルラン(times)	17.2 ± 6.1	19.2 ± 6.6	0.298	35.5 ± 14.1	50.0 ± 13.4	p<0.001
50m走 (sec)	12.0 ± 1.2	11.8 ± 0.9	0.512	9.6 ± 0.8	9.1 ± 0.5	p<0.001
立ち幅跳び(cm)	102.6 ± 16.7	99.2 ± 13.9	0.429	137.8 ± 19.2	145.3 ± 16.3	0.031
ソフトボール投げ (m)	5.8 ± 1.6	6.4 ± 1.6	0.202	14.3 ± 3.8	17.1 ± 6.6	0.008

平均値±標準偏差

BMI : Body mass index.

表5. 身体活動量測定対象者の身体的特徴と身体活動量

項目	対照校 n=24		導入校 n=24		P value
年齢(yrs)	10.6	± 0.5	10.6	± 0.5	0.376
身長(cm)	150.0	± 6.2	147.2	± 6.7	0.415
体重(kg)	42.0	± 6.0	40.3	± 8.8	0.388
BMI(kg/m ²)	18.6	± 2.1	18.5	± 3.0	0.703
歩数 (step/day)	12586	± 2468	15485	± 1915	p<0.001
最大歩数(step/day)	18323	± 4296	25277	± 4161	p<0.001
低強度活動時間 (min/day)	77.8	± 14.4	88.4	± 11.0	0.006
中強度活動時間 (min/day)	29.6	± 8.8	38.6	± 7.2	p<0.001
高強度活動時間 (min/day)	16.9	± 5.4	23.0	± 5.6	p<0.001
中高強度活動時間 (min/day)	46.5	± 12.9	61.6	± 10.0	p<0.001

平均値±標準偏差

BMI : Body mass index.

IV. 考察

本研究は、習慣的に短時間のジョギング活動を導入する小学校と体力づくりに関する特別な介入のない小学校に在籍する児童を対象として、短時間の取り組みと体力と身体活動水準の関係を明らかにすることを目的に横断調査を実施した。その結果、短時間の取り組みを導入する小学校児童は、取り組みのない小学校児童に比べて体力・運動能力ならびに身体活動水準が高いことが示唆された。

本研究において、短時間の取り組みを導入する高学年児童と対照校の同学年児童の体力は、男女ともに複数の体力項目に差異が認められ、取り組みを導入する小学校に在籍する児童の体力水準が対照校に比べ高値であることが示唆された。本結果は、取り組みの有無と体力水準の相違を示した文部科学省の報告(2012)を支持する結果であった。特に本研究では対象とした両校の生活環境及び身体活動環境には明確な差が確認されていないことや学校における生活期間の短い小学1年生において両校の体力・運動能力に有意な差異を認めておらず、取り組みの有無による体力・運動能力の相違は短時間の取り組みの有無に起因している可能性が高いと考えられた。体力は、持久力や筋力などいくつかの要素から構成される。持久性体力をはじめとする体力構成要素は、身体活動量との間にそれぞれ有意な関係性が認められることが複数の国内外の研究によって報告されており、身体活動量の多寡が体力の高低を説明する重要な因子であることが示されている(Rowlands et al.,1999;引原ら, 2007;笹山ら, 2007;中江ら, 2013)。本研究では、歩数や各活動強度別の身体活動平日の平均値ならびに最大値ともに導入校が有意に高水準であり、学校間の身体活動量の相違を認めた。児童の身体活動量に影響を及ぼす因子は、体育科の授業など学内環境や社会環境等が指摘されてい

る(Li et al.,2006). ただし, 本研究では, 1 km内に隣接する二校を対象としていることや特別な学校行事のない時期に同期間実施されていること, 学校の面積や通学距離についても両校に明確な差異は無かったことから, 天候や体育の授業数, 学校行事等の環境要因が身体活動量の相違に影響した可能性は低いと考えられた. 学校における休み時間や体育の活動の推進の有無を比較した先行研究(Dale et al.,2000)では, 身体活動を推進した児童とこれらの活動を制限した児童とでは, 活動を推進した児童の身体活動が学校滞在中の身体活動量のみならず, 下校後の生活活動時間帯の身体活動量についても高まったことを報告しており, 積極的な身体活動推進は学校生活内外の身体活動に影響する可能性がある. また取り組みの有無による身体活動水準の相違については, 運動へのアドヒアランスにおいて心理的状态が身体活動に重要な役割を果たしていることもその要因の一つとして考えられた. つまり, 一過性の運動後の心理的状态は, その後の活動的な生活の選択および維持への予測因となり(Rejeski et al.,1992; Gauvin et al.,1993), これらの心理的側面の改善には, 比較的短時間の中等度有酸素性運動によって齎されることが報告されている(Gauvin et al.,1993;Yeung et al.,1996; Petruzzello et al.,1991;橋本ら, 1995,2012). 短時間の取り組みの有無による学校間の身体活動水準の相違は, 取り組みの効果を介在することによって得られた可能性が考えられた.

また本研究の興味深い知見は, 対照校に比べて導入校の多くの児童が子どもに推奨される身体活動量を上回っていたことである. これまでに子どもの健康を保つためには, 中高強度に相当する身体活動を 1 日 60 分間以上実施することが望ましいとされている(WHO,2012; Tremblay et al.,2011;DHA,2011). しかし, わが国の子どもは, 身体活動推奨量を満たしている割合が極めて低水準にあり(佐藤ら, 2001), 身体活動推奨量を達成することは現在の生活環

境下では容易でないと考えられる。本研究においても対照校に在籍する児童の中高強度に相当する身体活動時間は 47 分/日に留まり、充足できていた児童はわずかであった。一方、取り組みを導入する小学校は、中高強度運動時間が平均 62 分/日に達し、身体活動推奨量を 63% (16/24 名) の児童が充足していた。また歩数についても Tudor-Locke et al. (2004) によって示された 6~12 歳児を対象とした歩数の基準値 (男児 15000 歩/日, 女児 12000 歩/日) を対照校の 33% (9/24 名) に対して, 79% (19/24 名) の児童が基準値を充足していた。このように身体活動を積極的に促す短時間の取り組みを導入する小学校に在籍する児童の身体活動水準は, 対照校の児童に比べて質的側面と量的側面ともに高水準である可能性が示唆された。特に, 身体活動時間を評価する際, 取り組みを実施する小学校児童は, 取り組み時間帯以外の身体活動を評価しており, 取り組み自体の身体活動時間を含んでいない。本研究での取り組みは, 主にジョギングで構成され, 走行距離から求められた走速度は分速 170m であった。子どもの歩・走行速度と LC 強度との間には強い関係があり, 分速 150m 以上の走行では LC 強度が定常状態になることが示されている (足立ら, 2005)。つまり, 分速 150m 以上に相当する走行運動は LC7~9 強度として評価されることから, 1 日の身体活動量に本取り組み時間を勘案した場合, 身体活動推奨量を達成する児童は 88% (21/24 名) となり, 導入校では, より多くの児童が身体活動推奨量を上回る高い身体活動水準を保持できている可能性が考えられた。

V. 本章のまとめ

身体活動を促す短時間の取り組みを導入する小学校に在籍する児童の身体活動量は、取り組みのない学校に在籍する児童に比べて日常の身体活動量が高く、かつ、身体活動推奨量を上回る高い身体活動水準を保持している可能性が示唆された。

本研究には、いくつかの限界がある。まず本研究は、横断研究であるため介入研究やコホート研究と異なり短時間の取り組み自体そのものの有効性を確認できる研究デザインではない。ただし、本研究では両校の生活環境及び身体活動環境が類似した者を対象としており、両校の身体活動と体力水準の差異については始業前に実施される短時間の取り組みの有無が起因している可能性が高い。つぎに、加速度計は上肢の運動、階段昇降、自転車運動、水中運動などを正しく評価ができないため、すべての身体活動を反映しているとは言えない。さらに、身体活動量測定のための対象者選定に際しては、保護者の協力と同意が得られた児童に限定したため、選択バイアスが存在している可能性は否定できない。従って、介入調査によって短時間の取り組みの有効性や生活背景なども踏まえた検討を今後行う必要がある。

第 4 章

至適運動強度を用いた運動プログラムの身心への有効性

研究 1

I. 目的

近年の疾病予防のための勧告は、3 Metabolic equivalents (METs) 以上の強度の身体活動を増大させることを推奨しており(Haskell et al.,2007), 厚生労働省が策定したエクササイズガイド 2006 においては、3 METs 以上の身体活動の実施時間(時間)と強度(METs)を掛けた数値をエクササイズ (Ex) と定義し、23 Ex /週が健康づくりのための目標値と定められている(厚生労働省, 2006q,2006b). Ex を効果的に増大するためには、3 METs 以上の身体活動を正確に評価することが前提となる。自由生活下において身体活動に伴うエネルギー消費量を実測することは、現実的に困難であることから様々な間接法が検討されている。

そこで本研究は、加速度計を利用した生活習慣介入プログラムが Ex の増大へ及ぼす影響を検討することを第一の目的とした。さらに、23 Ex /週の充足が有酸素性作業能へおよぼす影響を検討することを第二の目的とした。また、運動習慣のない者を対象とした際の運動介入では、必ずしも一日の総消費エネルギー量を増大しないことが報告されている。すなわち、過度な強度での運動介入は、その後の疲労を招き、運動介入時以外の日常身体活動を代償的に低下させ、最終的に一日の全体の身体活動量を改善しないことが危惧される(Goran et al.,1992;Meijer et al.,1999) 。一方、本研究は、生活の中での Ex を増やすことを主眼においた介入であり、先行研究で得られたような身体活動の代償的低下が起こらいと予測できる。そこで、本研究は Ex に加えて、3 METs 未満の身体活動や身体活動に伴うエネルギー消費量など身体

活動パラメータを総合的に評価した。また、有酸素性作業能は、生活習慣病への罹患や死亡リスクの独立した予測因子であるため、健康づくりの介入試験の効果判定項目として有効との観点からアウトカムとした。

II. 方法

1. 対象

対象者は、福岡市職員を対象に開催されたにこにこステップ®運動モデル事業へ参加した者の一部であった。運動群は、非監視下で運動を行う必要があったため、全希望者の中から医師による問診と研究事前検査を経て、個人で運動を実施可能と判断された希望者から 15 名（男性:4 名, 女性:11 名）が抽出された。さらに、対照群は、同モデル事業内にて、特別な介入を行わない群に分類された参加者の中から年齢、性をマッチングした 15 名が抽出された。

2. 方法

全対象者の測定は、介入前後に形態(身長・体重)、身体活動量、有酸素性作業能の測定を行った。身体活動量の測定を除く測定項目は、すべて空腹状態で行った。介入前後の身体活動水準は、加速度計 Lifecorder EX (スズケン社製;LCEX)を用いて、運動量、歩数、低強度活動時間(Light intensity Physical Activity : LPA)、中等度活動時間(Moderate intensity Physical Activity : MPA)、高強度活動時間(Vigorous intensity Physical Activity : VPA)を評価した。全対象者は、介入前後に表示部を閲覧できないよう開封防止シールで厳封した LCEX を右腰部へ 9 日間、睡眠時と入浴時を除いた終日にわたって装着し、歩数計配

布日と回収日を除く 7 日間の平均値をデータ分析に用いた。また、本研究で用いた加速度計は、加速度の頻度とサイズに応じて身体活動強度を 4 秒ごとに 0 から 9 までの 10 段階に分類し、それぞれの 1 日あたりの積算値を出力することができる。本研究は先行研究 (Kumahara et al.,2004) に基づき、1 から 3 を LPA, 4 から 6 を MPA, 7 から 9 を VPA として評価した。

有酸素性作業能の評価は、乳酸性作業閾値 (Lactate Threshold:LT) を用いた。LT の判定は、先行研究に基づいてステップ運動を用いた運動 4 分間、休息 2 分間の間欠式多段階漸増運動負荷試を行った。ステップテストは、昇降頻度を 25 回/分に設定し、ステップ台高を 10 cm から各ステージ 5 cm ずつ漸増させ、血中乳酸濃度 (LA) が 2 mmol / L を超えた時点で終了させた。LA は、安静時および各ステージ終了後に指尖より 5 μ L の血液を採取し、血中乳酸測定器 Lactate Pro (Arkray 社製) を用いて測定した。心拍数は、携帯型心拍数測定器 (Polar 社製) を用いて、安静時ならびに各負荷終了 30 秒前に測定した。また、各ステージ終了直後に主観的運動強度を聴取し安全確認を行った。LT は、運動強度と LA の関係から簡易法により判定した (Ayabe et al.,2003)。

運動群は、介入期間中に加速度計 Lifecorder GS (スズケン社製, LCGS) を右腰部へ装着した。LCGS は、歩数、強度別活動時間、Ex を評価可能であり、測定値の妥当性は、先行研究において明らかにされている。また、前述の LCEX と同様の方法を用いて各身体活動強度時間を求め、Ex は、身体活動強 4 から 9 までの値を積算して用いた。また、LCGS の特長は、Ex を表示し装着者が自身の Ex をリアルタイムに確認できることである。運動群は、LCGS に表示される Ex をセルフモニタリングしながら、普段の生活活動範囲内で創意工夫し Ex の増大に取り組んだ。また、運動群は 2 週間に 1 回、LCGS のデータを専用ソフト (Life - Lyzer Coach:スズケン

社製)を用いて職場内に設置したコンピュータへアップロードした。さらに運動群は、福岡市健康づくりセンターが作成したライフスタイル記録ノートへ1日のExと食事摂取状況を記録した。運動群は、FAXと電子メールによって2週間ごとに健康運動指導士の指導を受けた。指導は、新たにスポーツなど特別な運動介入を実施するわけではなく、コンピュータへアップロードされた身体活動データを基に、1日ごとのEx充足状況や不活動、低強度活動の多い時間帯を把握させ、通勤時や昼休みの時間帯、職場内外の移動中など普段の生活の中で身体活動を工夫しながら、1週間を通して23Exを達成するように指導した。更に、23Exを達成した者については、個々のExの目標値を先行研究(Tudor-Locke et al.,2004)を基に、23, 31, 40, 48 Ex/週と目標設定を漸増した。栄養指導は、個人の食事記録に基づき、主食、副菜、主菜のバランスに関するアドバイスのみ行った。一方、対照群はこの8週間において、新たなスポーツ活動などの運動習慣を開始すること、情報提供を含めた指導を受けず、通常の日常生活を維持するように指示された。

3. 統計処理

データは、平均値±標準偏差で示した。介入前後の測定値の比較は、一元配置分散分析(群×時期)とt検定を用いた。身体活動の経時変化の比較は、二元配置分散分析とDunnettの多重比較を行った。なお、すべての統計解析には、Stat View Ver. 5.0 (SAS, NC, USA)を用い、統計処理の有意水準は5%未満とした。

III. 結果

介入前後の身体特性は表 1 へ示した. 介入前後の歩数運動量, LPA, MPA, VPA, Ex/週 LT は表 2 へ示す. これらの介入前の測定値は, 群間に有意な差が認められなかった. 介入前後の変化において, 歩数運動量, MPA, VPA と Ex/週は, 有意な交互作用が認められ ($p < 0.05$), 運動群に有意な増加が認められた ($p < 0.05$). 運動群の 1 週間ごとの Ex/週, LPA, MPA, VPA の経時変化は, 図 1 に示す. MPA と Ex/週は, 介入前に比して, 3 週目から 8 週目までの測定値が有意に高い値を示した ($p < 0.01$). 一方, LPA と VPA は, 有意な変化が認められなかった. また, 介入前後の LT は, 両群ともに有意な変化が認められなかった.

表1. 被検者の身体的特徴

項目	Exercise Group (n=15)		Control Group (n=15)	
	前	後	前	後
年齢 (years)	46 ± 6	a	49 ± 6	a
身長(cm)	159.6 ± 7.7	a	159.0 ± 9.1	a
体重 (kg)	53.1 ± 7.1	52.5 ± 7.3	60.3 ± 8.4	60.5 ± 8.6
BMI (kg/m ²)	20.7 ± 1.7	20.5 ± 1.7	23.9 ± 2.5	23.9 ± 2.9

平均値 ± 標準偏差

a は測定していない.

表2. 介入前後の身体活動水準

Characteristic	Exercise Group (n=15)		Control Group (n=15)		
	Before	After	Before	After	
運動量(kcal/d)	225 ± 68	307 ± 109 ##	283 ± 107	279 ± 81	†
歩数(step/d)	9199 ± 2345	11813 ± 3504 ##	10236 ± 3330	10064 ± 2135	†
LPA (min/d)	57.7 ± 12.0	57.9 ± 15.3	64.3 ± 21.5	63.4 ± 15.7	
MPA (min/d)	29.2 ± 14.6	44.5 ± 15.9 ##	33.9 ± 15.5	33.2 ± 11.7	†
VPA (min/d)	4.5 ± 5.3	8.2 ± 8.8	3.9 ± 4.0	3.9 ± 3.5	
Ex (METs·hour/week)	18.2 ± 9.1	28.7 ± 9.3 ##	18.9 ± 9.1	18.9 ± 6.3	†
乳酸閾値強度(METa)	5.5 ± 1.2	5.7 ± 0.9	5.0 ± 0.8	5.2 ± 0.8	

†, ‡: Significant interaction with timed and group(†:P<0.05, ‡:P<0.01), #, ##: Significant difference compared with that before intervention (# :P<0.05, ##:P<0.01), LPA: Light intensity physical activity, MPA: Moderate intensity physical activity, VPA: Vigorous intensity physical activity

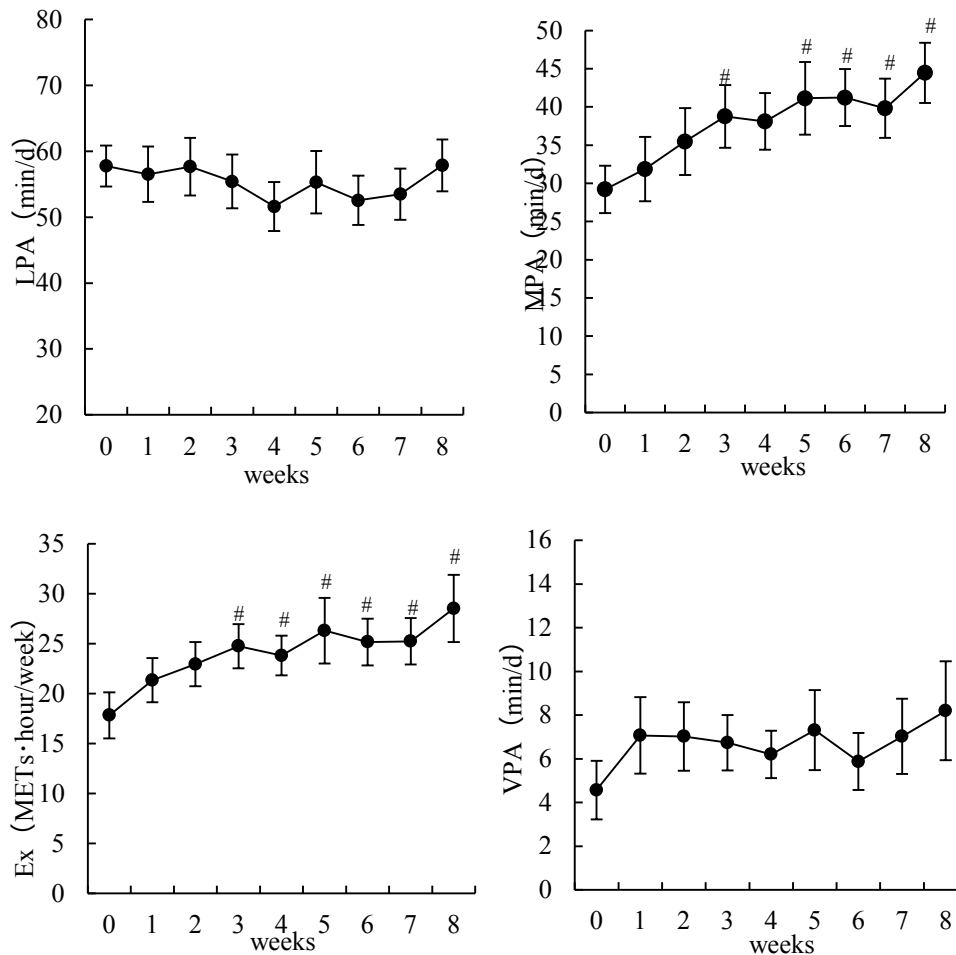


図1. 加速度計を用いた生活習慣介入プログラムによる各身体活動強度とエクササイズの変化

IV. 考察

本研究は、中高齢者を対象に Ex を表示する加速度計を活用した生活習慣介入プログラムが Ex の増大に効果的であることを示した。しかし、この Ex の増大に伴って、有酸素性作業能の向上は認められなかった。これらの結果から加速度計を活用した生活習慣介入プログラムは、中高年者の Ex ならびに身体活動水準を向上させるが、有酸素性作業能の明らかな向上を期待することが難しいと考えられた。

本研究で得られた新たな知見は、Ex を表示する加速度計を活用した生活習慣介入プログラムが MPA を特異的に増加させたことである。図- 1 に示されるように運動群の MPA は、有意な増加を示したが LPA と VPA には有意な変化が認められなかった。本研究では、日常生活の中で Ex の増大を心がけたため、日常生活の中で実践可能な範囲の身体活動が増加したものと推察される。

また、本結果は Ex の増大を意図した生活習慣介入プログラムがエネルギー消費量の全体量を増加させることを示した。先行研究では、特別な運動習慣のない者を対象とした際の運動介入では、必ずしも一日の総消費エネルギー量を増大しないことが報告されている。すなわち、過度な強度での運動介入は、疲労を招き、運動介入時以外の身体活動を代償的に低下させることが示されている (Goran et al.,1992;Meijer et al.,1999)。一方、本研究では日常生活の範囲内で Ex の増大を標的とした指導を行い、介入に伴う LPA や VPA に代償性の低下を認めることなく MPA のみを増加させ、結果的に有意なエネルギー消費量増加を認めた。その理由は、2つ考えられる。まず、本研究で用いた個々の創意工夫によって目的を達成するプログラムは、施設などの管理下で行う体系的なプログラムと同程度の効果が得られ、運動習慣のない者に対し、

その実践性や継続性に優れることが示されている(Dunn et al.,1999). 2つ目として, MPA は介入前の運動群の有酸素性作業能から疲労を招くほどの強度ではなく, その代償とした身体活動量の低下がもたらされるとは考えにくい. これらの結果は, Ex の増大を意識させる生活習慣介入プログラムが, MPA ならびにエネルギー消費量の増大に有効であることを示し, この両者は生活習慣病の予防治療を目的とした生活習慣指導の基礎となると考えられた. すなわち, 近年の運動指導におけるガイドラインにおいて推奨される MPA の増大やエネルギー消費量の増大は体重減少を介した肥満症をはじめとした多くの生活習慣病の予防治療に有効である(Saris et al.,2003). 従って, 本研究で用いた Ex を表示する加速度計を活用した生活習慣介入プログラムは, 生活習慣病の予防治療法として, その条件を満たし, 実践性も期待できる指導法であると考えられる.

一方, 本研究において身体活動量に伴った有酸素性作業能の有意な向上・改善がすべてものに対して認められなかった点も重要な知見である. 本研究で用いた有酸素性作業能の指標である LT 強度は, 有酸素性作業能を高めうる下限強度でもある(Londeree et al.,1997;Tanaka et al.,2012). つまり, 有酸素性作業能の向上を期待するためには少なくとも LT 強度以上の運動強度を凌駕する必要があるが, 運動群の介入前 LT は, 5.5 ± 0.9 METs 相当の体力水準であった. 従って, 運動群は絶対的な強度で示される MPA よりも VPA を増大させる必要があり, 体力を高めるための強度が不足していたものと考えられる. これらのことから, 日常生活の中で Ex 増大(身体活動量)を意識させるのみでは, 生活習慣病等ならびに運動器症候群や認知症の予防に独立した因子とされる有酸素性作業能を効果的に改善できない可能性があり, 相対的な運動強度, すなわち至適運動強度を用いた運動介入が必要であると考

えられた。ただし、LT が 5.5 METs 未満であった 7 名のうち 5 名は、LT 強度が介入後に向上していることから、体力水準の低い者に対しては、日常生活の中で Ex 増大を意識することでも、有酸素性作業能の向上が期待できると考えられる。

研究 2

I. 目的

有酸素能の向上が期待される下限強度 (Londeree et al.,1997;Tanaka et al.,2012)である血中乳酸閾値強度 (Lactate threshold: LT)のステップ運動を主体とした運動プログラムは,日本人中高齢者の諸体力の向上やメタボリックシンドロームリスク,認知機能を改善することが報告されている(綾部ら, 2011;Mori et al.,2006;Nakayama et al.,2011). 本プログラムは, 個々の LT に相当する運動強度から台高と昇降頻度を処方したうえで, ステップ台を参加者個人に貸与することで, 個々の体力水準に合わせ安全かつ効果的な運動環境を設定し, 運動習慣形成を促すことを意図している(綾部ら, 2011). このような在宅主体でも安全に実施できる非監視型様の特徴を有するプログラムは, 定期的な運動教室の開催を併用することで, 運動継続のインセンティブの一部や対人関係の構築にも役立ち, ひいては参加者のメンタルヘルスや QOL を高めることが期待される. しかし, 本プログラムの実施がメンタルヘルスや QOL に与える影響について客観的に評価した報告はない. 上述のような運動のメンタルヘルスに対する効果を規定する因子の一つは, 運動強度であることが一過性運動を用いた多くの先行研究により示唆されている (Ekkekakis et al.,1999,2011). 一方で, 運動の種目自体が運動強度とは独立してメンタルヘルスへ影響する可能性が報告されている(高橋ら, 2012). したがって, 個々の運動プログラムのメンタルヘルスへの効果を検討することは, 運動への参加・継続を促す視点からも重要と考えられる. 本研究は, 日本人ではあるが中国人としての心性を持ち, 異文化の社会へ定住化を図っており, かつ身心の健康に問題が指摘されている帰国者を対象とし, ステップ運動を主体とした身体活動向上支援が帰国者の健康関連体力やメンタルヘルス, ならび健康関連 QOL に及ぼ

す効果を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 対象

本研究の対象者は、A 地区の中国帰国者支援・交流センター(以下、センター)の通所者で先行研究 8)の横断調査の対象者(46名:男性 20名, 女性 26名)のうち, 運動教室への参加を希望した 37名の中から, 医師による問診, 安静時心電図, 運動負荷心電図検査等のメディカルチェックを経て, 安全に運動を実施できると判定された 34名であった。

これらの対象者は, 全員が中国での生活を経て帰国した者であり, 帰国後 10年以上経過した者が 85.3%, 5年以上 10年未満の者が 11.8%, 4年以上 5年未満の者が 2.9%であった。本研究では, 健康科学研究の倫理的立場から参加者の意志を尊重し, 希望者全員を運動教室へ参加する介入群とした。体調不良の為に 8週間の介入後の検査を受検できなかった 1名, 病気による入院で介入中止した 2名, 参加を途中辞退した 1名を除く 30名(男性 12名, 女性 18名, 年齢:63 ± 9歳, 身長:158.2 ± 8.2cm, 体重:61.5 ± 8.2kg)を解析対象とした。また, 運動教室に参加しない対照群は, 運動教室への参加を希望しなかったが, 対照群としての協力の意思を得られた 6名(男性 3名, 女性 3名)であった。

2. 介入方法

介入群は, 8週間のステップ運動を主体とした運動教室に参加した。本教室の参加者にはステップ台と音楽 CD が貸与され, ステップ運動により週当たりの目標運動時間を運動教室と自宅の運動で確保するよう教示された。目標運動時間は, 性年齢ごとに設定された(144 ± 7分/

週)。ただし、自宅での運動や 1 回あたりの実施継続時間は特に規定せず、1 週間の目標総運動時間を達成できるよう各自で工夫を行うよう教示した。運動強度は LT とし、事前の検査で得られた個々の LT に応じて 2.5cm 刻みで台高を決定し、付属の音楽 CD を用いて昇降頻度を管理した。また、トレーニング効果による有酸素能の向上を考慮し、介入開始後 5 週目には負荷強度を修正するために運動負荷試験を行った。これは、介入前に決定された運動強度とそれに 5cm および 10cm を加えた高さでのステップ運動を各 4 分間行い、それぞれの心拍数と主観的運動強度を測定した。5 週目以降の運動強度は、介入前に得られた LT 時の心拍数に対応する台高を算出した。運動教室は、センターにて 90 分間の教室を木曜日と金曜日に開講し、対象者は、週に 1 回いずれかの曜日に任意に参加した。教室では、30～40 分程度のベンチステップ運動(10 分/セット×3～4 セットを 5～10 分程度の休憩を挟み行う)および準備・整理体操のほか、帰国者相互のコミュニケーションを主目的としたレクリエーションを実施し、曜日間の実施内容は同様のものとした。介入期間中、対象者は歩数計(Lifecorder e-step, Suzuken-Kenz)を装着し、運動日誌の記録を行い、毎週提出するよう教示された。

3. 測定項目

身長、体重、および身体的体力(有酸素能、下肢筋力、柔軟性体力、静的バランス能力)を測定すると共に、日常生活下の歩数を評価した。また、生活習慣、健康関連 QOL およびメンタルヘルスの評価のための質問紙調査を実施した。なお、これらの測定を 8 週間の介入前後で実施した。各測定法の詳細は以下のとおりである。

3-1 体力テスト

有酸素能は、LT により評価した。LT は、運動負荷に伴い血中乳酸濃度が急増する運動強

度であり、有酸素能の良い指標となること知られており、一般成人では最大酸素摂取量の約40-60%の運動強度で発現する。LT の測定は、先行研究(Ayabe et al.,2003)に基づき、ステップ台を用いた運動負荷試験を実施し LT 強度を判定した。昇降頻度は 25 回/分とし、台高は10cm の高さから対象者が安全に運動できる範囲で2.5cm または5cm ずつ漸増した。運動中の身体的負担度は、心拍数を計測(Polar FT1, Polar Electro 社製)すると共に主観的運動強度を聴取し確認した。各ステージの運動時間は4 分間とし、ステージ間に約2 分間の休息を設けた。血中乳酸濃度は、安静時ならびに各ステージ終了後に指尖より5 μ l の血液を採取し、簡易血中乳酸測定器(ラクテートプロ, ARKRAY 社製)を用いて測定した。LT 強度は、米国スポーツ医学会(2011)の換算式を用いて Metabolic equivalents(代謝当量:METs)値を算出した。柔軟性体力と静的バランス能力の評価は、長座体前屈テストおよび開眼片足立ちテストを実施した。テストは、文部科学省新体力テストマニュアル(文部科学省, 1999b, 1999c)に従って2 回実施し、最良値を採用した。開眼片足立ちテストの記録は、120 秒を最大とした。これらの測定値は、マニュアル(文部科学省, 1999b, 1999c)に準じて10 段階評価を行なった。下肢筋力の評価は、30 秒立ち上がりテストを実施した。先行研究(中谷ら, 2002,2003)の手順に従い、高さ40cm の椅子を用いて測定は1 回のみとした。本計測値は、先行研究(中谷ら, 2002, 2003)に基づき5 段階評価を行なった。

3-2 日常身体活動量

加速度計付き歩数計(Lifecorder EX, Suzuken 社製)を用い、一日あたりの歩数を評価した。歩数計は、数値画面を確認できないよう蓋をシールで厳封し、介入前および介入終了直前のそれぞれ最低9 日間、睡眠時および入浴時を除き連続して装着するよう教示した。記録ならび

に口頭にて装着忘れが無かったと申告された連続した 7 日間の平均値を採用した。

3-3 質問紙調査

非識字者や半非識字者など設問の意味が理解できないなど、個人で質問紙調査を実施できない対象者については、通訳を介して言語的なフォローを行った。

精神健康度の指標には、General Health Questionnaire28 項目版(GHQ28) (中川と大坊, 1985)の中国語版を用いた。本尺度は、身体的症状、不安と睡眠、社会的活動障害、うつ傾向の 4 つの下位尺度から構成され、合計得点でメンタルヘルスの水準を総合的に評価できる。対象者は過去をふり返って各質問に対して 4 段階評価にて回答した。スコアの換算はマニュアルに基づき標準的な 0-0-1-1 法を用い、欠測値は 0 と換算した。合計得点は、スコアが高いほど精神的健康度が低く、5 点以下ならば健常、6 点以上ならば臨床上何らかの問題あり(精神的健康問題の疑い)と判定される。

健康関連 QOL の評価は、SF36v2 (福原と鈴鴨, 2011)の中国語版を用いた。この質問紙は、身体機能、日常役割機能-身体、体の痛み、全体的健康感、活力、社会生活機能、日常生活機能-精神、心の健康の 8 つの健康概念下位尺度の 36 問で構成されている。対象者は、過去 4 週間をふり返って各質問に対して 5 段階評価にて回答した。採点方法および欠測値の処理は、マニュアルに準じ、身体的側面、精神的側面、役割/社会的側面を評価する 3 コンポーネント・サマリースコアを算出した。

4. 統計

結果の値は、すべて平均値±標準偏差で示した。運動介入前後の介入群内の変化は、

paired t-test にて解析した。また、介入前後の変化に関する性差を確認する為に二元配置分散分析にて交互作用(性×時期)を検討した。介入効果の検討は、介入群の中から対照群 6 名の性・年齢でマッチングさせた 6 名を抽出した上で、二元配置分散分析にて交互作用(群×時期)および単純主効果を検討した。交互作用または単純主効果が有意もしくは有意傾向であった場合は、t 検定にて比較を行った。ただし、介入前値において有意な群間差が認められた項目に関しては、介入前値を共変量とした共分散分析により介入前後の変化量について群間の比較を行った。なお、測定が無効と判断されたサンプルが確認された場合は、除外して解析した。全ての統計処理は、StatView ソフトウェア (version 5.0.1, SAS Institute, Cary, NC) を用い、統計学的有意水準は 5%とした。

III. 結果

ステップ運動時間は 212 ± 57 分/週であり, 歩数は有意に増加した. 介入により持久性体力 (LT: 4.5 ± 0.8 vs. 5.5 ± 1.1 METs, 介入前 vs 介入後), 下肢筋力 (30 秒立ち上り: 19.3 ± 5.4 vs. 21.2 ± 5.0 回), 柔軟性 (長座体前屈: 35.6 ± 10.2 vs. 38.4 ± 9.1 cm) に有意な向上が認められた. また, GHQ 得点合計が有意に改善方向へ変化した (3.9 ± 5.0 vs. 0.3 ± 0.8 点). SF36v2 の精神的健康度は, 有意に増加した (55.8 ± 11.7 vs. 57.7 ± 10.9 スコア). さらに, 対照群との比較において, 30 秒立ち上りに交互作用の傾向 ($p=0.063$), 乳酸閾値に有意な交互作用が認められた. また, GHQ 得点合計に交互作用の傾向 ($p=0.098$) が認められ, SF36 精神的健康度に有意な交互作用が認められた.

表1. 体力レベルの変化

BMI(kg/m ²)	n	Pre	Post
長座体前屈 (cm)	28	36.1 ± 9.4	39.0 ± 8.4 **
片足開眼立ち(sec)	28	67.7 ± 45.0	72.2 ± 42.4
30秒立ち上がりテスト(回)	28	19.1 ± 5.5	21.3 ± 5.1 **
乳酸閾値強度(METs)	28	4.5 ± 0.8	5.5 ± 1.1 **

平均値±標準偏差

** $p<0.01$: comparison between Pre and Post.

表2. メンタルヘルスと健康関連QOLの変化

	n	Pre	Post
Total score of the GHQ-28 (points)	28	3.4 ± 4.4	0.3 ± 0.8**
PCS of the SF-36v2 (scores)	28	46.9 ± 9.9	43.6 ± 14.3
MCS of the SF-36v2 (scores)	28	55.1 ± 11.4	58.5 ± 10.0*
RCS of the SF-36v2 (scores)	28	45.6 ± 7.6	47.1 ± 7.6

平均値±標準偏差

* $p<0.05$, ** $p<0.01$: comparison between Pre and Post.

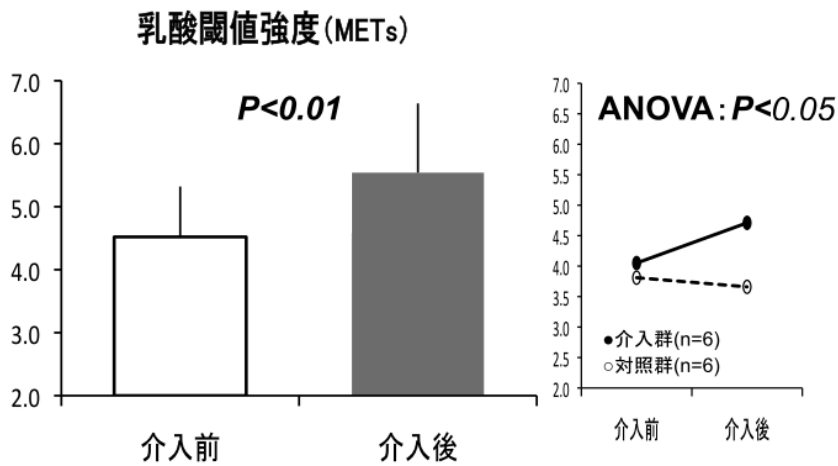


図1a. 運動介入による有酸素能 (乳酸閾値強度) の変化

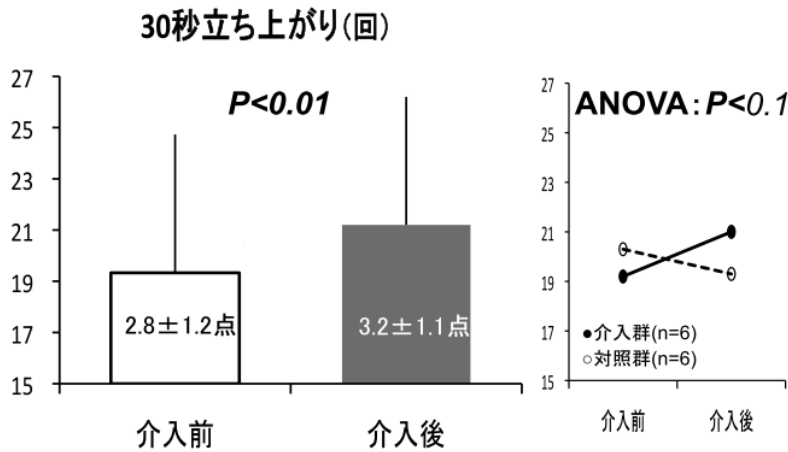


図1b. 運動介入による筋力の変化

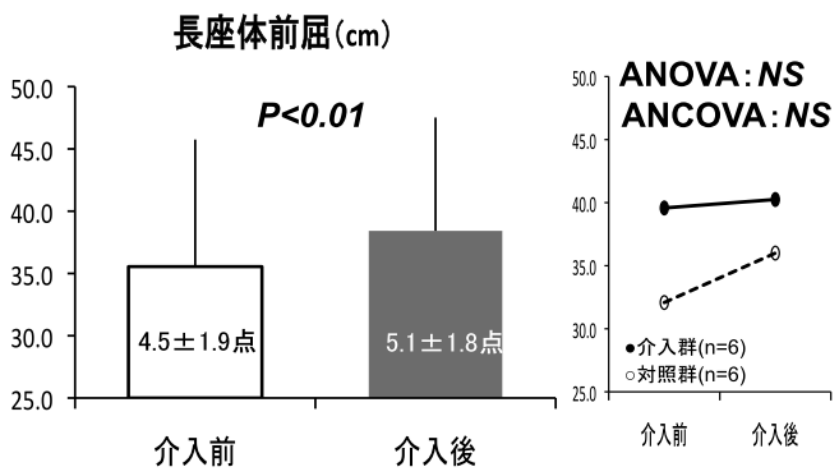


図1c. 運動介入による柔軟性の変化

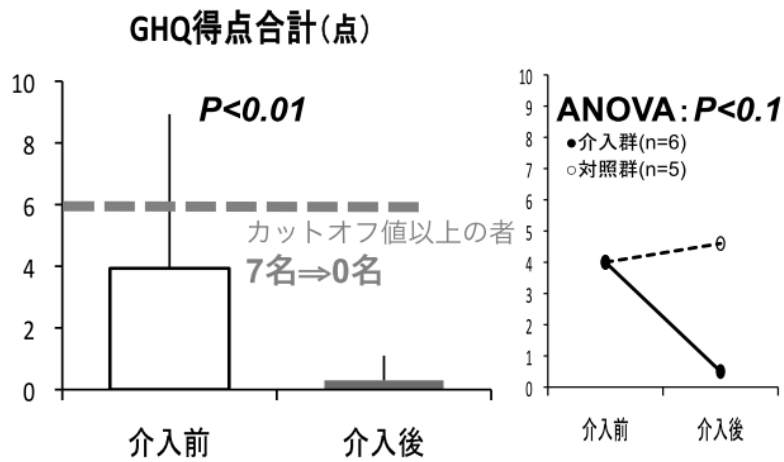


図1d. 運動介入によるメンタルヘルスの変化

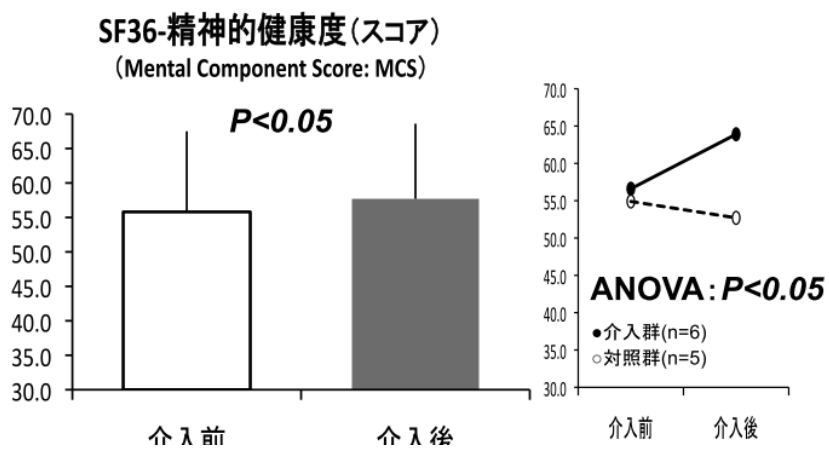


図1d. 運動介入による健康関連 QOL の変化

IV. 考察

介入群における運動教室の参加継続率は、胡ら(2007)が報告した中国文化が背景にある太極拳運動プログラムの参加率(88%)と比較しても高かった。さらに、自宅での運動も含めたステップ運動時間(212分/週, 平均約30分/日)は、健康づくりのための運動所要量(厚生労働省, 1989)によって示される冠動脈疾患の予防に有効な目標運動時間を十分に達成できていた。また、わが国の健康づくりのための身体活動基準2013においては4METs・時/週の運動量が推奨されており、この推奨量を上回る運動時間を確保していた。

介入群において柔軟性(長座体前屈)で約8%, 下肢筋力(30秒立ち上り)で約22%, 有酸素能(LT)で約10%の有意な体力向上が認められた。ただし、対照群との比較で介入効果として期待できたのは下肢筋力と有酸素能であった。軟性に関しては、それを向上するための特別な運動指導等を行っておらず、対照群においても向上していることから測定法に対する慣れによる要因と考えられた。下肢筋力の測定記録を5段階評価に換算した場合、介入前では 2.7 ± 1.2 と平均的に「やや劣っている」の評価範囲であったが介入後には 3.1 ± 1.1 と「普通である」の評価範囲となった。さらに、介入前に「やや劣っている」と評価された13名中12名が介入後に実施回数が向上し、5段階評価も8名が改善した。帰国者を対象に太極拳運動により3ヶ月間の介入を実施した先行研究(胡ら, 2007)では、下肢筋力と関連するTimed UP & Goや5m歩行で12~14%程度の向上が認められ、バランスに関連する開眼片足立ちが20%向上したことが報告されている。本研究において帰国者の健康の保持増進の観点から極めて重要な知見は、生活習慣病等ならびに運動器症候群や認知症の予防に独立した因子とされる有酸素能に介入効果が認められたことである。本研究は、高齢者を対象に本研究と同様のステップ運動プ

プログラムを実施し、本研究と同様の体力要素に改善が認められたことを報告した先行研究 (Mori et al.,2006)を支持する結果であった。ただし、Mori et al.(2006)の報告では、有酸素能で約 38%、下肢筋力で約 45%の有意な介入効果が認められ、静的バランスに介入効果の傾向が認められており、本研究よりも幾分高い介入効果が得られている。この先行研究と本研究の体力向上の程度の差異については、介入期間の違いが考えられる。仮にこのような効果が介入期間依存で得られるならば、本対象者でも介入を継続することにより同様の効果が得られると考えられよう。もう一点は、対象者の年齢や初期体力水準の違いも結果に影響した可能性が考えられる。介入前の有酸素能が低い者ほど有酸素性トレーニングによる有酸素能の変化率が大きいことが示唆されている (Skinner et al.,2001)。一方、介入前後の体重および体格指数に変化は認められなかった。本研究は、体重減量を目標としていなかったため食事のコントロールは指示しておらず、また食事調査を行っていない為、食事量の変化については不明である。また、厳密な身体組成測定は実施しておらず、体脂肪量や除脂肪体重量の変化についても不明である。ただし、目標運動量の確保および歩数の増加が認められたにも関わらず、体重の有意な減量が認められないことは、一般的には食事量が増加した可能性が推察される。

本研究では、SF36v2 による身体的健康度に変化は認められなかった。しかし、身体的健康度は、身体活動・日常作業の量やその実行能力を評価する健康概念下位尺度のみならず体の痛みや社会生活、主観的健康感に関する下位尺度を含めた総合的評価値であることに留意する必要がある。すなわち、本研究の介入期間では対象者が実際の社会生活の場で主観的に効果を実感し、自身の身体的側面に関する健康関連 QOL の改善を認識するには短い介入期間であった可能性が考えられる。先行研究では、より長い期間の身体活動介入は、高齢

者の生活機能の減退を抑制し、生活行動の自立を促進することにより健康関連 QOL に好ましい影響を与えることが示唆されている (Spirduso et al.,2001)。

GHQ 得点合計で評価したメンタルヘルスおよび SF36v2 による精神的健康度に介入効果が期待できた。全対象者の中で GHQ28 により臨床上問題ありと疑われた者のうち、対照群には変化が認められなかったのに対して、介入群では介入後に全員が正常範囲内へと改善した。また、精神的健康度の評価値は、「心の健康」や「活力」に関する健康概念下位尺度に強く影響されることから (中川と大坊, 1985)、精神的健康度が向上したことは GHQ28 で得られた結果を支持する。さらに、先行研究において SF36 にて評価される精神的健康度の変化は、うつ病自己評価尺度 CES-D で評価されたうつ症状の変化と独立したものであることが示唆されており (Diehr et al.,2006)、日常生活の質に関連する精神的健康度を総合的に向上させたと考えられる。定期的な運動トレーニングは、不安や抑うつなどの気分状態ひいては QOL に好影響を及ぼすことは多くの先行研究により示唆されている (Spirduso et al.,2001; Netz et al.,2005; Reed et al.,2009)。先行研究のレビュー (Netz et al.,2005)により、中等度の有酸素性運動は、筋力や柔軟性トレーニングに比して高齢者の心理的安寧を導くより有効な手段であることが示されている。そのメカニズムとして、有酸素能や筋力の向上は高齢者の生活機能の改善に直接的に作用し、自立した日常生活動作の経験をより多く得られるようになることが自己効力感を向上させ、ひいては高齢者の心理的安寧に繋がることを示唆されている。このように、本運動プログラムは、日本人を対象に既に明らかとされてきた身体的体力の向上およびメタボリックシンドロームリスクや認知機能の改善だけではなく、異文化である社会生活へ定住を図っている帰国者のメンタルヘルスへも好影響を及ぼす可能性が初めて示された。先行研究 (胡ら, 2007)において、中国

的文化的背景のある太極拳運動プログラムによる介入が帰国者の主観的健康度の改善に有効であることが報告されているが、母文化の背景に関わらない本運動プログラムでも帰国者のメンタルヘルスや諸体力の改善に有効であることが示唆されたことは注目すべき点である。GHQ28 の下位項目の身体的症状、不安と睡眠、社会的活動障害、うつ傾向の全てが介入後に有意に改善方向へ変化していることを勘案すると、このような効果の要因としては、身体活動もしくは体力の増加に伴い期待される脳内神経伝達物質の変化など生理学的側面からの効果、および体力向上の認識や目達成による自己効力感の向上等の心理学的な要因が考えられる。適度な有酸素性運動は、記憶やうつ症状などの気分障害とも関連する海馬における脳由来性神経栄養因子(BDNF)を増大させることが明らかとなっており(Seifert et al.,2010)、定期的な本運動プログラムの実施は高齢者の認知機能に好影響を及ぼす可能性がある。このような運動プログラムが高齢者の脳機能に及ぼす影響は、認知機能低下の抑制や自立した日常生活行動を促すことと関連し、ひいては QOL を改善させる重要な因子と考えられる。

また、グループで行う運動教室の参加により期待される新たなコミュニティ形成といった社会的側面に対する効果も否定できない。気分障害や精神疾患の誘因ともなる孤独感は、異文化社会に滞在する者に最も生じ易い異文化不適應症状との報告がある(Chataway et al.,1989)。つまり、孤独感を低減するような新たなコミュニティの形成は、異文化社会に定住する者のメンタルヘルスに重要な視点と考えられる。さらに、先行研究において、複数人で身体活動を実施するメリットとして、グループへの親和欲求と関連する帰属意識を充足・促進させることが身体活動を介した高齢者のメンタルヘルスの向上と密接に関連する可能性が示唆されている(Beoley et al.,2005)。また、運動強度が運動のメンタルヘルスへの効果を規定する因子の一つであるこ

とが示唆されている一方で、対人的な関わりを伴うような運動の実施自体が強度とは独立してメンタルヘルスへ影響する可能性が報告されており(高橋ら, 2012), 週 1 回の運動教室を通して対人的な関わりを持つ機会を創出したことがメンタルヘルスの向上に好ましい影響を及ぼした可能性も考えられた。

V. 本章のまとめ

本章では、日常生活中に Ex を増大する介入法による身体活動量及び有酸素能の向上に関する検討と LT 強度を指標とした至適運動強度による運動介入による身体機能及びメンタルヘルスへの影響について検討した。その結果、加速度計を活用して、日常生活中の Ex の増大を日常生活のなかで意識させる生活習慣介入プログラムは、特異的に MPA を増大させることが可能であり、本指導法は中等度の身体活動を効果的に増大が可能なプログラムであると考えられた。ただし、本研究の興味深い知見は、Ex の増大のみを意図した指導では、すべてのものに対して有酸素性作業能の向上が期待できない可能性があることを明らかにし、個々の至適運動強度に対応した指導の重要性が示された。

そして、至適運動強度によるベンチステップ運動を中心とした有酸素性運動が、実質的に異文化への定住化を図り、身心の健康に問題が指摘される帰国者において、有酸素能や下肢筋力といった身体的体力の向上を導くとともに健康関連 QOL に関する精神的健康度ならびにメンタルヘルスの改善を導くことを明らかにし、本運動プログラムが対象者の母文化に関わらず QOL やメンタルヘルスの改善に有効であることが示唆された。

第 5 章 本研究の総括

I. 本研究から得られた知見

1) 学童期から運動習慣を形成し、体力、特に持久性体力を高く保つことは、子どもたちの健全な発育発達を促す上でも、また、将来の健康にも重要である。しかし、体育やスポーツに対してポジティブな意識を持つことができない、いわゆる「運動嫌い」が、ある一定の比率で成人や青少年になっても存在する(Kenyon et al.,1970)。特に持久性体力と関連する長く走ることに關しては年齢に関係なく否定的な者が多い。児童においても、学校体育における持久走に対して否定的な意識を抱くものが少なくなく、この否定的感情があるいは肯定的(好意的)な感情が児童の身心に影響を及ぼしている可能性も否定できない。そこで本研究では日本人児童における学業成績と体力構成要素との関係について検討するとともに、持久的運動への好意性が児童の学業成績および体力へ及ぼす影響について縦断的に検討することを目的とした。

その結果、算数科目では 20m シャトルランと「数学的な考え方」、「数量や図形についての知識・理解」、「算数総合得点」、国語科目においては「書く能力」、「国語総合得点」で有意な量反応関係が認められた(それぞれ $p < 0.001$)。日本人児童を対象として学業成績と体力構成要素のうち、有酸素能の指標である 20m シャトルランが独立して関与することを明らかにした。

本結果を踏まえ、持久走に対する好意性と体力・学習成績との関連を縦断的に検討した結果、持久的運動に対する意識の変容によって 1 年後の体力・学習成績にも影響する可能性を示した。すなわち、持久性体力を高めることあるいは高い水準を保持することが健全な子どもを育成するうえで重要であるが、持久的運動に対する好意性がその後の発育発達にも影響する可能性があることから、持久性体力を高める、また保持することに加え、ポジティブな感情を維持・形

成可能なプログラムが必要であると考えられた。

2) 健康づくりに中等度(50% VO2max)の運動が推奨されるようになったのは、つい最近のことである。1950年代後半、身体活動と健康との関連が提唱され、1960年代には運動不足が冠動脈疾患の危険因子であることが示された。さらに、健康を保持するためには、体力を適切なレベルに保つことが重要であるとされ、体力を高めるためには、少なくとも70~80% VO2max強度(しかもっ面ペース)の運動強度が必要であるとされていた。持久走は、体力を高めるために高強度の運動が必要とされていた1960年代に取り入れられているのである。従って、持久走は、このような時代背景が影響し、持久走＝「高強度(70% VO2max)」「忍耐」「根性」との考え方が定着してしまったと考えられる。子どもたちの持久走嫌いをなくすためには、まず、運動強度からその認識を見直す必要がある。また、児童が積極的に運動に親しむ資質や能力を養うためには、児童自ら運動に参加する、チャレンジするという思い、すなわち、内発的動機づけを高めることが求められる。そこで本研究では、日常的に持久走を行っている児童を対象として、スロージョギング介入が持久性体力および内発的動機へ及ぼす影響を検討することを目的とした。

その結果、スロージョギングを用いたジョギング(持久走)指導は、児童の体力の維持・向上に十分な運動強度を確保できるだけでなく、持久走やジョギング活動に対する児童の意識、および、運動有能感を好転させることが示唆された。特に運動有能感の下位尺度である自己の能力や技能に対する肯定的な認知であり「自分はできる」という自信を示す「身体的有能さ」と運動場面で指導者や仲間から自分が受け入れられているという認知であり、他者から受け入れられているという自信を示す「受容感」の二つの下位尺度が有意に改善し、走ることに對して肯定的な児童の有能感と同程度にまで改善することが明らかとなった。従って、スロージョギング指

導法は児童に敬遠されがちな持久走(ジョギング)の指導法として有効なプログラムであると考
えられた。

3)一過性の運動後の心理的状态は、その後の活動的な生活の選択および維持の予測因とな
ることが示されており(Rejeski et al.,1992; Gauvin L et al., 1993), 身体活動の制限因となる不
安や抑うつ等の低減等の心理的側面の改善は、比較的短時間の有酸素性運動によって齎される
ことが示されている(Yeung RR, 1996; Petruzzello SJ, 1991;橋本公雄ら, 1995;橋本公雄,
2012)。学校の生活時間を活用した取り組みは、子どもの体力低下予防のみならず肥満・生活
習慣病予防の観点からも重要視されるようになってきており、業前や業間、昼休みの時間を用
いて体力の向上や身体活動を促すための取り組みを導入する学校が増えつつある(佐藤ら,
2012;文部科学省, 2012)。体力の向上や身体活動を促す取り組みに関して何らかの取り組み
を実施している小学校の体力水準は、男女ともに全国平均値よりも高いことが報告されている
(文部科学省, 2012, 2013)。しかしながら、学校における取り組みの具体的内容については各
学校の工夫に委ねられるのみに留まっており、科学的根拠に基づいた効果的かつ具体的な方
策の構築には至っていない状況にある。さらに小学校における体育科の時間以外の時間を活
用した短時間の取り組みと体力・身体活動水準の関係を示す科学的根拠は十分でない。そこ
で本研究は、体力の向上や身体活動を促す取り組みとして短時間のジョギング活動を導入す
る小学校と特別な取り組みのない小学校それぞれに在籍する児童を対象として、短時間の取り
組みの有無と体力と身体活動水準の関係を明らかにすることを目的として横断調査を実施し
た。

その結果、身体活動を促す短時間の取り組みを導入する小学校に在籍する児童の身体活

動量は、取り組みのない学校に在籍する児童に比べて日常の身体活動量が取り組みそのものの活動時間を含めずとも高いことが明らかとなった。また、短時間のジョギングを導入する小学校の児童の身体活動水準は、子どもに推奨される身体活動推奨量を上回る高い身体活動水準を保持しており、短時間でも子どもたちに積極的な運動習慣を促すことは、子どもの活動や身心に影響を及ぼすものと考えられた。

4) 厚生労働省が策定したエクササイズガイド 2006 においては、3METs 以上の身体活動の実施時間(時間)と強度(METs)を掛けた数値をエクササイズ(Ex)と定義し、23Ex/週が健康づくりのための目標値と定められている(厚生労働省, 2006)が、エクササイズガイドの目標とした運動指導のみではすべての人を対象として安全にかつ効果的に有酸素能の向上を期待できない可能性がある。さらに疫学調査や介入研究の成果から、運動の実施や身体活動量を高めることは、体力の向上や生活習慣病の予防に寄与するだけでなくメンタルヘルスの保持増進に対しても効果的であることが示唆されている(Singer RN et al, 1992)。特にメンタルヘルスに対する運動介入の効果では、レジスタンストレーニングや柔軟性トレーニングに比べて有酸素性運動がメンタルヘルスの改善に対して効果が大きいことが示されている。とりわけ、有酸素性運動においては中等度の運動強度であることと、有酸素能(持久性体力)の改善度が高いほどその効用が大きいことも示されており、有酸素能(持久性体力)の向上が期待される下限強度である乳酸閾値強度の運動介入によってメンタルヘルスの改善が期待される。そこで本研究では、エクササイズ(中等度以上の身体活動強度)の増大を意図した指導介入による身体活動と有酸素能に及ぼす影響と、至適運動強度を用いた運動介入によるメンタルヘルスおよび健康関連 QOL へ及ぼす影響について検討した。

その結果, 中高齢者を対象に Ex を表示する加速度計を活用した生活習慣介入プログラムは, Ex の増大, すなわち中等強度身体活動量の増大に効果的であることを示した. しかし, この Ex の増大に伴って, 有酸素性作業能の向上は認められなかった.

一方, 至適運動強度を用いた運動指導介入においては, 有酸素能や下肢筋力といった身体的体力の向上を導くとともに, 健康関連 QOL に関する精神的健康度ならびにメンタルヘルスの改善を導くことを明らかにした.

引用文献

足立 稔・笹山健作・安東 良・田中康雄・沖嶋今日太・水内秀次 (2005) 学齡期の小児を対象とした歩・走行スピードと加速度で測定した運動強度の関係について. 岡山大学教育学部研究収録. 128:141-146.

足立稔・笹山健作・引原有輝・沖嶋今日太・水内秀次・角南良幸・塩見優子・西牟田守・菊永茂司・田中宏暁・齋藤慎一・吉武裕 (2007) 小学生の日常生活における身体活動量の評価. 体力科学. 56: 347-356.

アメリカスポーツ医学会 (2011) 運動処方指針 - 運動負荷試験とプログラム - 原著第 8 版. 南江堂, 東京.

Ayabe M, Yahiro T, Mori K, Takayama K, Tobina T, Higuchi H, Ishii K, Sakuma I, Yoshitake Y, Miyazaki H, Kiyonaga A, Munehiro S, Tanaka H. (2003) Simple assessment of lactate threshold by means of the bench stepping in older population. *Int J Sport Health Sci.*1:207-215.

Ayabe M, Aoki J, Ishii K, Takayama K, Tanaka H. (2008) Pedometer accuracy during stair climbing and bench stepping exercises. *J Sports Sci Med.* 7:249-254.

Ayabe M, Brubaker PH, Mori Y, Kumahara H, Kiyonaga A, Tanaka H, Aoki J. (2010) Self-monitoring moderate-vigorous physical activity versus step/day is more effective in chronic disease exercise programs. *J Cardiopulm Rehabil Prev.*30:111-115.

Ayabe M, Ishii K, Takayama K, Aoki J, Tanaka H.(2010) Comparison of interdevice measurement difference of pedometers in younger and older adults. *Br J Sports Med.*44:95-99.

綾部誠也・平田明子・平尾紀子・武友麻衣・中川征史郎・熊原秀晃・森村和浩・田中宏暁

(2011) 職域におけるステップ運動を主体とした生活習慣改善プログラムが中高年男性のメタボリックシンドローム構成因子へ及ぼす効果—無作為化比較対照試験—. 臨床スポーツ医学. 28: 1387-1391.

Bailey M, & McLaren S.(2005) Physical activity alone and with others as predictors of sense of belonging and mental health in retirees. *Aging Ment Health*. 9: 82-90.

Blair SN, Kohl HW 3rd, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. (1989) Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*.262:2395-2401.

Boreham C, & Riddoch C.(2001) The physical activity, fitness and health of children. *J Sports Sci*. 19: 915-929.

Bramble DM, & Lieberman DE.(2004) Endurance running and the evolution of Homo. *Nature*. 432:345-52.

Castelli DM, Hillman CH, Buck SM, Erwin HE.(2007) Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *J Sport Exerc Psychol*. 29:239-52.

Chataway CJ, & Berry JW. (1989) Acculturation experiences, appraisal, coping, and adaptation: A comparison of Hong Kong Chinese, French, and English students in Canada. *Can J Behav Sci*. 21: 295-309.

中央教育審議会 (2002) 子どもの体力向上のための総合的な方策について(答申).

Coe DP, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. (2006) Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Med Sci Sports Exerc*. 38:1515-1519.

Dale D, Corbin CB, and Dale KS.(2000) Restricting opportunities to be active during school time:do children compensate by increasing physical activity levels after school?. Res Q Exerc Sport. 71:240-248.

Dennison BA, Straus JH, Mellits ED, Charney E. (1988) Childhood physical fitness tests: predictor of adult physical activity levels? Pediatrics.82:324-30.

Department of Health and Aging. (2004) Australia's physical activity recommendations for 5-12 year olds. Commonwealth of Australia Canberra.

Diehr PH, Derleth AM, McKenna SP, Martin ML, Bushnell DM, Simon G, Patrick DL. (2006) Synchrony of change in depressive symptoms, health status, and quality of life in persons with clinical depression. Health Qual Life Outcomes. 4: 27.

Dollman J, Norton K, and Norton L. (2005) Evidence for secular trends in children's physical activity behaviour. Br J Sports Med. 39: 892-897.

Dunn AL, Marcus BH, Kampert JB, Garcia ME, Kohl HW, Blair SN. (1999) Comparison of lifestyle and structured interventions to increase physical activity and cardiorespiratory fitness:a randomized trial. JAMA. 281:327-334.

Ekkekakis P, Parfitt G, Petruzzello SJ. (2011) The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities: decennial update and progress towards a tripartite rationale for exercise intensity prescription. Sports Med. 41: 641-671.

Evans J, & Roberts GC. (1987) Physical Competence and the Development of Children's Peer Relations. Quest. 39:23-35.

福原俊一・鈴嶋よしみ (2011) SF-36v2 日本語版マニュアル 2011 年 11 月(第 3)版, NPO 健康医療評価研究機構,京都.

Gademan MG, Deutekom M, Hoeser K, Stronks K. (2012) The effect of exercise on prescription on physical activity and wellbeing in a multi-ethnic female population: A controlled trial. *BMC Public Health*. 12:758.

Gauvin L,& Rejeski WJ. (2010) The Exercise-Induced Feeling Inventory: Development and initial validation. *J Sport Exerc Psychol* 15:403-423, 1993.

Goran MI, & Poehlman ET. (1992) Endurance training does not enhance total energy expenditure in healthy elderly persons. *Am J Physiol*. 263:950-957.

Harada T, Okagawa S, Kubota K.(2004) Jogging improved performance of a behavioral branching task: implications for prefrontal activation. *Neurosci Res*. 49:325-337.

Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A. (2007) Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 39:1423-1434.

Hassmén P, Koivula N, and Uutela A. (2000) Physical exercise and psychological well-being: a population study in Finland. *Prev Med* 30: 17-25.

橋本公雄・齊藤篤司・徳永幹雄・高柳茂美・磯貝浩久 (1995) 快適自己ペース走による感情の変化と運動強度. *J health sci* .17:131-140.

橋本公雄・村上雅彦・本多芙美子(2012) 短時間の快適自己ペース走における運動強度と感

情変化に及ぼす走行距離の影響: 900m と 2000m のフィールドを用いて. *J health sci.* 34:1-8.

波多野義郎・中村精男 (1981) 「運動嫌い」の生成機序に関する事例研究. *体育学研究.* 26(3):177-187.

Hausenblas HA, Carron AV, Mack DE.(1997) Application of the theories of reasoned action and planned behavior to exercise behavior: A meta-analysis.*J Sport Exer Psychology.*19:36-51.

引原有輝・笹山健作・沖嶋今日太・水内秀次・吉武 裕・足立 稔・高松 薫 (2007) 思春期前期および後期における身体活動と体力との関係性の相違－身体活動の「量的」および「強度的」側面に着目して－. *体力科学.* 56: 327-338.

Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. (2008) Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition.*Nat Rev Neurosci.*9:58-65.

Hillman CH, Pontifex MB, Raine LB, Castelli DM, Hall EE, Kramer AF. (2009) The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience.*31:1044-1054.

Hillman CH, Pontifex MB, Castelli DM, Khan NA, Raine LB, Scudder MR, Drollette ES, Moore RD, Wu CT, Kamijo K. (2014) Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics.* 134(4):e1063-71.

廣瀬 昇・丸山仁司 (2010) 身体活動に影響を及ぼす運動意識についての一考察－日常時間因子のロジスティック回帰モデルを用いて－. *理学療法科学.*25(5):699-703.

星川 保 (1983) 体力・健康・教材論からみた小学生の冬期持久走トレーニングに関する研究.

体育科学.11:9-13.

Ivy JL. (1980) Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold.

J Appl Physiol.48(3):523-527.

加賀谷淳子 (2009) 子どもの遊びと身体活動. 日本臨床スポーツ医学会誌.17 :188-196.

Katzmarzyk PT, Church TS & Blair SN.(2004) Cardiorespiratory fitness attenuates the effects of the metabolic syndrome on all-cause and cardiovascular disease mortality in men. Arch Intern Med. 164:1092-1097.

Kenyon, Gerald S.(1970) The use of path analysis in sport sociology with special reference to involvement socialization. International Review for the Sociology of Sport. 5:191-203.

Kirkcaldy BD, Shephard RJ, and Siefen RG.(2002) The relationship between physical activity and self-image and problem behaviour among adolescents. Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol 37: 544-550.

厚生労働省:健康づくりのための運動所要量策定検討会 (1989) 健康づくりのための運動所要量.

厚生労働省・農林水産省 (2005) 食事バランスガイドーフードガイド(仮称)検討会報告書.第一出版.2-19.

厚生労働省 (2010) 健康づくりのための身体活動基準 2013

厚生労働省 (2013) 中国残留邦人の状況.

<http://www.mhlw.go.jp/bunya/engo/seido02/toukei.html>.

厚生労働省:運動所要量・運動指針の策定検討会 (2006a) 健康づくりのための運動基準

2006—身体活動・運動・体力—. 厚生労働省,

<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou02/pdf/data.pdf>.

厚生労働省:運動所要量・運動指針の策定検討会 (2006b) 健康づくりのための運動指針

2006—生活習慣病予防のために—エクササイズガイド 2006.

<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou01/pdf/data.pdf>.

厚生労働省:社会・援護局 (2010) 平成 21 年度中国残留邦人等実態調査結果報告書.

Kumahara H, Ishii K, Tanaka H. (2006) Physical activity monitoring for health management:

Practical techniques and methodological issues. *Int J Sport Health Sci*.4:380-393.

Kumahara H, Schutz Y, Ayabe M, Yoshioka M, Yoshitake Y, Shindo M, Ishii K, Tanaka H.

(2004) The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical-activity-related energy

expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry. *Br J Nutr* 91: 235-243.

熊原秀晃・西田順一・森村和浩・田中宏暁 (2014) 中国帰国者における体力および生活の質

—帰国者支援・交流センター通所者の現状—厚生指針.61:31-38.

Li M, Dibley MJ, Sibbritt D, Yan H (2006) Factors associated with adolescents' physical

inactivity in Xi'an City, China. *Med Sci Sports Exerc*. 38:2075-2085.

Londeree, BR. (1997) Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: A meta-analysis. *Med*

Sci Sports Exerc. 29:837-843.

Meijer EP1, Westerterp KR, Verstappen FT (1999) Effect of exercise training on total daily

physical activity in elderly humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 80:16-21.

箕口雅博 (1998) 中国帰国者へのコミュニティ心理学的接近, 現代のエスプリ, 377:165-178,

1998.

箕口雅博 (2007) 中国帰国者の適応過程に関するプロスペクティブ・スタディー—総合適応指標からみた三年間の適応過程と関連要因の検討—, 現代のエスプリ, 412: 106-118.

文部科学省 (1999a) 新体力テスト実施要項(6歳～11歳対象).

文部科学省 (1999b) 新体力テスト実施要項(20歳～64歳対象).

文部科学省 (1999c) 新体力テスト実施要項(65歳～79歳対象).

文部科学省 (2010) 平成 21 年度体力・運動能力調査結果報告.

文部科学省 (2011) 平成 22 年度体力・運動能力調査結果報告.

文部科学省:スポーツ・青少年局 (2012) 子どもの体力向上のための取組ハンドブック.

文部科学省:スポーツ・青少年局 (2013) 平成 25 年度 全国体力・運動能力, 運動習慣等調査結果.

Mori Y, Ayabe M, Yahiro T, Tobina T, Kiyonaga A, Shindo M, Yamada T, Tanaka H. (2006) The effects of home-based bench step exercise on aerobic capacity, lower extremity power and static balance in older adults. *Int J Sport Health Sci.* 4: 570-576.

森村和浩・田中宏暁 (2010) 持久力を向上させるにこにこペースの生理学. *体育科教育* 12:14-17.

森村和浩・清永明・進藤宗洋・田中宏暁 (2010) 児童生徒の持久走に対する意識. *ランニング学研究*.

Must A, and Tybor DJ. (2010) Physical activity and sedentary behavior: a review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *Int J Obes (Lond)* 29 Suppl 2: S84-96, 2005.

永松俊哉 編 (2010) 運動とメンタルヘルス-心の健康に運動はどう関わるか-, 杏林書院, 東京.

長澤光雄 (1993) 学校体育における持久走に関する一考察. 秋田大学教育学部研究紀要教育科学部門. 44:1-10.

内藤久士 (2010) 国民の体力比較に関する日中共同研究. 平成 19 年日本体育協会スポーツ医・科学研究報告.

Nakayama F, Tobina T, Ayabe M, Doi Y, Mori Y, Yamada T, Kiyonaga A, Tanaka H. (2011) Home based exercise effects on cognition in the semi-independent elderly. *Jpn J Phys Fitness Sports Med.* 60: 379-386.

中江悟司・石井好二郎 (2009) 男子児童における体格と身体活動量との関連について. 同志社スポーツ健康科学. 1: 33-38.

中江悟司・山田陽介・木村みかさ・鈴木和弘・小澤治夫・平川和文・石井好二郎 (2013) 小児の日常生活中におけるエネルギー消費量と体格・体力との関連—二重標識水法および加速度計法を用いた検討—. *体力科学.* 62: 353-360.

中川泰彬・大坊郁夫 (1985) 日本版 GHQ 精神健康調査票手引, 日本文化科学社, 東京.

中谷敏昭・灘本雅一・三村寛一・伊藤稔 (2002) 日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する 30 秒椅子立ち上がりテストの妥当性. *体育学研究.* 47: 451-461.

中谷敏昭・灘本雅一・三村寛一・広藤千代子・近藤純子 (2003) 30 秒椅子立ち上がりテスト (CS-30 テスト)成績の加齢変化と標準値の作成. *臨床スポーツ医学.* 20: 349-355.

Netz Y, Wu MJ, Becker BJ, Tenenbaum G. (2005) Physical activity and psychological well-being

in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. *Psychol Aging* 20: 272-284.

日本学校保健会 (2012) 平成 22 年度児童生徒の健康状態サーベイランス事業報告書.

Nishijima T.(2003) Change over the ysars in physical and motor ability in japanease youth in 1964-97.*Int J Sport Health Sci.* 1:164-170.

岡澤祥訓・北真佐美・諏訪祐一郎 (1996) 運動有能感の構造とその発達及び性差に関する研究, *スポーツ教育学研究*.16(2):145-155.

岡澤祥訓・三上憲孝 (1998) 体育・スポーツにおける「内発的動機づけ」と「運動有能感」との関係. *体育科教育*. 46(10):47-49.

Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. (2008) Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*. 32:1-11.

黄英蓮・依光正哲 (2002) 「中国帰国者」2 世・3 世の教育に関する現状と課題. 一橋大学経済研究所世代間問題の経済分析ディスカッションペーパー No.130, http://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/bitstream/10086/14464/1/pie_dp130.pdf.

Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL & Hsieh CC (1986):Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med*. 314:605-613.

Petruzzello SJ, Landers DM, Hatfield BD, Kubitz KA, Salazar W. (1991) A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. Outcomes and mechanisms. *Sports Med*. 11: 143-182.

Reed J, Buck S. (2009) The effect of regular aerobic exercise on positive-activated affect: A meta-analysis. *Psychol Sport Exerc*. 10: 581-594.

Rejeski WJ, Thompson A, Brubaker PH and Miller HS. (1992) Acute exercise: buffering psychosocial stress responses in women. *Health Psychol.* 11: 355-362.

Rowlands AV, Eston, RG, & Ingledeew DK.(1999) Relationship between activity levels, aerobic fitness,and body fat in 8-to 10-yr-old children. *J Appl Physiol.*86:1428-1435.

Saint Onge JM, Krueger PM. (2011) Education and racial-ethnic differences in types of exercise in the United States. *J Health Soc Behav.* 52:197-211.

Saris WH, Blair SN, van Baak MA, Eaton SB, Davies PS, Di Pietro L, Fogelholm M, Rissanen A, Schoeller D, Swinburn B, Tremblay A, Westerterp KR, Wyatt H. (2003) How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev.* 4:101-114.

笹山健作・沖嶋今日太・水内秀次・足立稔 (2009) 小学生の日常生活における身体活動量と体力との関連性. *体力科学.* 58: 295-304.

佐藤舞・石井香織・柴田愛・岡浩一朗 (2012) 学校の休み時間における児童の身体活動推進に関する研究の動向. *体力科学.* 61: 157-167.

佐藤舞・石井香織・柴田愛・間野義之・岡浩一朗 (2011) 学校の休み時間における児童の身体活動状況: 性差および学年差の検討. *育発達研究.* 54: 11-17.

佐藤善人・樺山洋一 (2011) 小学校体育における持久走に関する研究-「機能的特性」に依拠した授業における児童の態度と持久力の変容- *ランニング学研究.* 23:1-10.

Schmidt M, Absalah S, Nierkens V, Stronks K. (2008) Which factors engage women in deprived neighbourhoods to participate in exercise referral schemes?. *BMC Public Health.* 8:371.

Seifert T, Brassard P, Wissenberg M, Rasmussen P, Nordby P, Stallknecht B, Adser H, Jakobsen AH, Pilegaard H, Nielsen HB, Secher NH. (2010) Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 298: R372-R377.

進藤宗洋・田中宏暁・田中守編 (2010) 健康づくりトレーニングハンドブック. 朝倉書店, 東京:p334-336.

Singer RN. (1992) Professional Practice Physical Activity and Psychological Benefits: A Position Statement International Society of Sport Psychology (ISSP). *The Sport Psychologist.* 6: 199-203.

Skinner JS, Jaskólski A, Jaskólska A, Krasnoff J, Gagnon J, Leon AS, Rao DC, Wilmore JH, Bouchard C. (2001) HERITAGE Family Study. Age, sex, race, initial fitness, and response to training: the HERITAGE Family Study. *J Appl Physiol.* 90:1770-1776.

Spiriduso WW, Cronin DL. (2001) Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 33(6 Suppl): S598-S608.

杉原 隆 (1999) パーソナリティーの発達と運動. 近藤充夫著. 保育内容健康第2版, 建帛社.

Suzuki M, Miyai I, Ono T, Oda I, Konishi I, Kochiyama T, Kubota K (2004) Prefrontal and premotor cortices are involved in adapting walking and running speed on the treadmill: an optical imaging study. *Neuroimage.* 23(3):1020-1026.

大坊郁夫・中川泰彬 (1993) 中国残留孤児家族の社会適応過程の心理学的検討. *心理学評論.* 36: 398-424.

高橋信二・坂入洋右・吉田雄大・木塚朝博 (2012) 身体活動のタイプの違いはどのように気分

に影響するのか？. 体育学研究, 57: 261-273.

田中宏暁・進藤宗洋・志波和美・小野敏郎・梶山彦三郎 (1981) 血中乳酸濃度と走行スピードとの関係についての9歳児と成人の比較. 体育科学 9:27-33.

田中宏暁 (2012) 「運動療法の基本」生活習慣病に対する運動手法をどうするか？ 血圧. 19:354-360.

Taylor WC, Blair SN, Cummings SS, Wun CC, and Malina RM (1999) Childhood and adolescent physical activity patterns and adult physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 31: 118-123.

Telama R, Yang X, Viikari J, Välimäki I, Wanne O, and Raitakari O. (2005) Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *Am J Prev Med.* 28: 267-273.

Tremblay MS, Warburton DE, Janssen I, Paterson DH, Latimer AE, Rhodes RE, Kho ME, Hicks A, Leblanc AG, Zehr L, Murumets K, Duggan M. (2011) New Canadian physical activity guidelines. *Appl Physiol Nutr Metab* 36: 36-46.

Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, and McDowell M. (2008) Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc.* 40: 181-188.

Tudor-Locke C, Pangrazi RP, Corbin CB, Rutherford WJ, Vincent SD, Raustorp A, Tomson LM, and Cuddihy TF (2004) BMI-referenced standards for recommended pedometer-determined steps/day in children. *Prev Med.* 38: 857-864.

Wasserman K (1973) Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol.* 35(2):236-243.

Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS Jr & Blair SN. (1999) Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. JAMA. 282:1547-1553.

WHO Technical Report series (1969) Optimum Physical Capacity in Men.p436.

Williams PT.(2001) Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis: Med Sci Sports Exerc. 33: 754-761.

ウィリアム・P.モーガン(著)・竹中 晃二・征矢 英昭(訳) (1999) 身体活動とメンタルヘルス. 大修館書店.

World Health Organization (2013) Global strategy on diet, physical activity and health
http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_young_people/en/index.htm.

胡秀英 (2007) 中国帰国高齢者の身体機能および主観的健康感に及ぼす太極拳の効果 : 無作為割付け比較試験. 体力科学 56: 409-417.

胡秀英・石垣和子・山本則子 (2007) 帰国10年以上の中国帰国者1世およびその中国人配偶者の精神的健康とその関連要因, 日本公衆衛生雑誌, 54: 454-464.

Yeung RR. (1996) The acute effects of exercise on mood state. J Psychosom Res. 40:123-141.

謝 辞

本論文を作成するにあたり、終始熱心なご指導・ご鞭撻を賜りました田中宏暁教授に心より感謝申し上げます。また、本論文の審査におきまして、論文のご助言をいただきました副査の檜垣靖樹教授、上原吉就教授、石井好二郎教授(同志社大学)に感謝致します。

特に学部・修士・博士課程時代にご指導いただきました進藤宗洋名誉教授、清永名誉教授に深く感謝申し上げます。

そして、本研究室の先輩である熊原秀晃先生(中村学園大学)、綾部誠也先生(岡山県立大学)には、研究の立案から解析、論文執筆に至るまで、日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂きました。心より感謝申し上げます。

さらに本調査に際しましては、A 小学校の児童のみなさん、教諭の皆様、ご家族の皆様、福岡市職員の皆様、中国帰国者センターに通所している皆様、福岡安全センターの佐藤様、測定に際しては、福岡大学スポーツ科学部運動生理学研究室の皆様にも多大なるご支援、ご協力を頂きました。誠にありがとうございました。